



**Instituto Politécnico de Coimbra**

***Instituto Superior de Engenharia de Coimbra***

# **Definição da Estratégia da Manutenção para uma Nova Instalação numa Fábrica de Pasta de Papel**

Pedro Fernando Sargaço Farias

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Mecânica

COIMBRA

2015





**Instituto Politécnico de Coimbra**

***Instituto Superior de Engenharia de Coimbra***

# **Definição da Estratégia da Manutenção para uma Nova Instalação numa Fábrica de Pasta de Papel**

Relatório de estágio apresentado  
ao Instituto Politécnico de  
Coimbra para cumprimento dos  
requisitos necessários à obtenção  
do grau de Mestre em  
Engenharia Mecânica, realizada  
sob a orientação do Professor  
João Carrapichano (Instituto  
Superior de Engenharia de  
Coimbra) e supervisão do  
Engenheiro Paulo Jordão (Celbi,  
S.A.)

*Orientador:*

*Professor João Carrapichano, ISEC*

*Autor:*

**Pedro Fernando Sargaço Farias**

**COIMBRA**

**2015**



# Resumo

Durante o período do presente estágio na empresa Celbi S.A., mais propriamente no Departamento de Manutenção Industrial no domínio de Manutenção Preventiva e Métodos, foram desenvolvidos planos de trabalho, planos de manutenção e percursos Inspeção/Ação, seguindo a política da empresa na aplicação de manutenção preventiva e condicionada.

A Celbi S.A. é uma indústria de pasta de papel, cuja manutenção visa um conjunto de atividades aplicadas aos equipamentos, garantindo desta forma a continuidade da sua função dentro dos parâmetros de disponibilidade, qualidade, prazos, custos e vida útil adequados. Estas são ações necessárias para que o equipamento seja conservado, adequado, restaurado, substituído e prevenido de modo a poder permanecer de acordo com uma condição específica estabelecida pelo fabricante.

Todos os equipamentos na empresa, sem distinção, necessitam de manutenções para garantir a operacionalidade, funcionalidade e principalmente a fiabilidade dos mesmos. É portanto, de suma importância a segurança do pessoal, equipamentos e estruturas, pelo que a não realização de manutenção que revise esse domínio é imprudente, podendo-se vir a colocar em risco a integridade física das pessoas envolvidas, elevando a atenção para a realização de qualquer alteração ou elaboração de novos planos ou percursos.

Este trabalho foi desenvolvido em várias etapas para a concretização do projeto: identificação dos novos equipamentos a instalar; planos de manutenção; planos de trabalho; percursos Inspeção/Ação e manutenção condicionada.

Relativamente aos planos de manutenção, estes são realizados fundamentalmente consoante dados fornecidos pelo fabricante, e o conhecimento acumulado pelos técnicos da empresa. Já os planos de trabalho, descrevem uma dada intervenção a um equipamento onde, por exemplo, estão inseridos os planos de manutenção entre outras atividades. Os percursos Inspeção/Ação referem-se a percursos a realizar por Operadores pela instalação, que procedem a uma inspeção aos equipamentos, e se necessário a uma rápida intervenção, resolvendo algum problema que possa existir.

Com a implementação desse projeto, novos equipamentos ou a substituição de equipamentos levam a que o Departamento de Manutenção Industrial tenha que manter o *software* MAXIMO atualizado.

**Palavras chave:** Planos de trabalho, manutenção, percursos Inspeção/Ação.

# Abstract

During this stage period at the company Celbi S.A., more specifically, in the Industrial Maintenance Department, were developed work plans, maintenance plans and Inspection/Action routes, following the company's policy in the application of preventive and conditioned maintenance.

Celbi S.A. is a paper industry whose maintenance aims a set of activities applied to equipment, ensuring, this way, the continuity of its function within parameters of availability, quality, deadlines and lifetime. These are necessary actions so that the equipment is maintained, considered appropriate, restored, replaced and prevented, in order to remain under a specific condition set by the manufacturer.

All the company equipments, without distinction, require maintenance to ensure operability, functionality and especially the reliability of those. It's, therefore, extremely important the staff safety, equipment and structures, so the non realization of maintenance that revisit this field is unwise, putting in danger the physical integrity of the people involved, raising the attention to carry out any alteration or elaboration of new plans or routes.

This study was developed in several stages to the realization of the project: new equipment identification to be installed; maintenance plans; work plans; Inspection /Action routes and conditioned maintenance.

In respect of maintenance plans these are mainly performed according to data provided by the manufacturer and the knowledge accumulated by the company's technical.

The work plans, describe a given assistance to a equipment where, for example, the maintenance plans are inserted among others.

The Inspection/Action routes refer to routes performed by Operators for installation, who carry out an inspection to the equipment and if necessary a quick intervention, solving any problem that may exist. With the implementation of this project, new equipments or the replacement of equipments leads the Industrial Maintenance Department to keep update software Maximo.

**Keywords:** work plans, maintenance, route inspection / share.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer à Celulose Beira Industrial (Celbi) S.A Leirosa – Figueira da Foz, pela oportunidade proporcionada para a realização deste estágio curricular integrado no departamento de manutenção desta unidade.

Ao meu orientador, Eng.º João Carrapichano, pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, e por parte da Celbi S.A., ao meu supervisor Eng.º Paulo Jordão, pela orientação e apoio constante demonstrado durante o período de estágio e realização da tese.

Ao Senhor Humberto Galvão pela confiança e apoio prestado no estágio.

Aos meus pais pelas oportunidades que me concederam, pelo apoio e dedicação e sobretudo pelo amor e educação que sempre me ofereceram.

À minha namorada pelo apoio incondicional.



# Índice

<b>Resumo</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>iv</b>
<b>Índice</b>	<b>v</b>
<b>Siglas e Abreviaturas</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>x</b>
<b>1 Capítulo - Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Capítulo – Empresa Acolhedora</b>	<b>2</b>
2.1 Celulose Beira Industrial (Celbi) S.A.	2
2.2 Processo e Produção de Pasta de Papel	3
<b>3 Capítulo - Manutenção</b>	<b>6</b>
3.1 Introdução à Manutenção	6
3.2 Evolução Histórica da Manutenção	6
3.3 Classificação da Manutenção	8
3.3.1 Manutenção Preventiva	8
3.3.2 Manutenção Corretiva	9
3.3.3 Manutenção Centrada na Fiabilidade	10
3.3.4 Manutenção Produtiva Total	10
<b>4 Capítulo - Enquadramento Funcional com a Celbi S.A.</b>	<b>15</b>
4.1 Organização Funcional das Máquinas da Celbi S.A.	15
4.2 Manutenção na Celbi S.A.	18
4.2.1 Manutenção Condicionada	22
4.2.2 Trabalhos Programados	22
4.2.3 Manutenção Sistemática	23
4.2.4 Planeamento da Manutenção	24

4.3	Manutenção Produtiva Total na Celbi S.A.	25
4.3.1	Melhorias Individualizadas nas Máquinas	26
4.3.2	Estrutura da Manutenção Autónoma	26
4.3.3	Estrutura da Manutenção Planeada	26
4.3.4	Controlo Inicial do Equipamento e Produtos	27
4.3.5	Formação e Treino	27
4.3.6	Higiene, Segurança e Ambiente	27
4.3.7	Manutenção Produtiva Total nos Escritórios	28
4.3.8	Manutenção e Qualidade	28
4.4	Fichas Técnicas através de Gestão de Dados Mestre de Materiais	28
4.4.1	Equipa de Gestão de Dados Mestre Local	31
4.4.2	Equipa de Gestão de Dados Mestre Global	31
<b>5</b>	<b>Capítulo - Casos Práticos</b>	<b>32</b>
5.1	Equipamentos Sob Pressão	32
5.1.1	Lista de Provas de Pressão	32
5.2	Prova de Pressão a Reservatório de Ar Comprimido	36
5.2.1	Procedimentos para Efetuar Prova de Pressão	38
5.2.2	Planeamento e Preparação na Instalação	44
5.3	Prova de Pressão a Pré Aquecedor de Licor Negro	44
5.3.1	Planeamento e Preparação na Instalação 463-600	48
5.4	Planos de Trabalho	49
5.4.1	Planos de Trabalho de Torres de Arrefecimento e Refrigeração	51
5.4.2	Planos de Trabalho Electrofiltros	55
5.5	Percurso Inspeção/Ação	59
5.5.1	Aptidões para a Inspeção	59
5.5.2	Percurso	61
<b>6</b>	<b>Conclusões, Discussão e Trabalhos Futuros</b>	<b>66</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>68</b>
	<b>Anexo 1 – Relatório completo gerado após aprovação da Ordem de Execução com o número 31069075</b>	<b>69</b>
	<b>Anexo 2 – Manual Torre de Arrefecimento TMW</b>	<b>70</b>
	<b>Apêndice 1 – Percurso Inspeção/Ação 412 Crivagem de Aparas</b>	<b>71</b>

## Siglas e Abreviaturas

BEKP	<i>Bleached Eucalyptus Kraft Pulp</i>
CE	Conformidade Europeia
CUF	Companhia União Fabril
DEM	Departamento de Engenharia Mecânica
DMI	Departamento de Manutenção Industrial
DPP	Departamento Produção de Pasta
EGDMG	Equipa de Gestão Dados Mestre Global
EGDML	Equipa de Gestão Dados Mestre Local
EN	Norma Europeia
GDMM	Gestão de Dados Mestre de Materiais
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
MRP	Planeamento Requisitos de Materiais
ODR	Fiabilidade Centrada na Operação
OE	Ordem Execução
OEE	Eficiência Global dos Equipamentos
RCFA	Análise da Causa Raiz da Falha
RCM	Manutenção Centrada na Fiabilidade
RT	Requisição de Trabalho
SMEAS	Setor Manutenção Elétrica, Automação e Sistemas
SMM	Setor Manutenção Mecânica
SMPM	Setor Manutenção Preventiva e Métodos
TPM	Manutenção Produtiva Total

## Lista de Figuras

Figura 1- Empresa acolhedora Celbi S.A.....	3
Figura 2- Processo de produção de pasta, parque de madeiras e digestor. ....	4
Figura 3- Processo de produção de pasta, branqueamento e máquina de pasta.....	5
Figura 4- Classificação da manutenção .....	8
Figura 5- Diferentes zonas da Celbi S.A.....	16
Figura 6- Localização 412-0304 Bomba de Aparas.....	17
Figura 7- Descendentes hierárquicos proposto por Cabral (2006). ....	18
Figura 8- Diversos setores na empresa. ....	20
Figura 9- Diferentes tipos de manutenção e periodicidades .....	21
Figura 10- Ficha técnica.....	30
Figura 11- Certificado de renovação de autorização de funcionamento.....	37
Figura 12- Exemplo de preparação de uma OE. ....	39
Figura 13- Exemplo da mão-de-obra necessária para um trabalho, neste caso OE. ....	40
Figura 14- Exemplo de relatório gerado após aprovação de OE. ....	41
Figura 15- Ficha de trabalho com descrição do trabalho. ....	42
Figura 16- Ficha de trabalho com descrição da operação. ....	43
Figura 17- Planeamento e preparação na instalação do equipamento 812-560. ....	44
Figura 18- <i>Flowsheet</i> do pré-aquecedor licor negro. ....	45
Figura 19- <i>Flowsheet</i> do corte do pré-aquecedor licor negro .....	46
Figura 20-Lista de material requisitado na OE nº 31069070.....	47
Figura 21- Continuação da lista de material requisitado na OE nº31069070. ....	48
Figura 22- Piso 4 planeamento e preparação ao equipamento 463-600 .....	48
Figura 23- Piso 3 planeamento e preparação ao equipamento 463-600 .....	49
Figura 24- Famílias dos equipamentos existentes.....	50
Figura 25- Planos de inspeção novos. ....	51
Figura 26- Plano de trabalhos das torres de arrefecimento e refrigeração.....	53
Figura 27- Plano de trabalhos e especialidades. ....	54
Figura 28- Electrofiltros da Zona 1 – 463 Caldeira de Recuperação.....	55
Figura 29- Plano de trabalho dos Electrofiltros e especialidades. ....	57

Figura 30- Rotas e percursos. ....	61
Figura 31- Exemplo da sequência de um percurso.....	63
Figura 32- Exemplo da designação de um percurso.....	63
Figura 33- Tarefas a executar e campos a preencher pelo operador. ....	64

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1- Lista de provas de pressão para renovação do certificado de inspeção. ....	33
Tabela 2- Lista de percursos Inspeção/Ação.....	62

# 1 Capítulo - Introdução

Esta dissertação surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e pretende descrever o trabalho realizado durante o estágio curricular na empresa Celulose Beira Industrial SA (Celbi S.A.).

Na evolução da empresa, há um contínuo interesse de aumentar a produção, e para que isso aconteça a Celbi S.A. tem desenvolvido ao longo dos anos melhorias contínuas e projetos de maior dimensão, como é o caso do projeto C15, que visa principalmente a melhoria da área 412, designado na empresa por Digestor. Com a implementação desse projeto, novos equipamentos ou substituição dos mesmos levam a que o DMI tenha que manter o *software* MAXIMO atualizado. Durante o período de estágio no setor responsável pelas contantes atualizações foi justamente uma das tarefas por mim desenvolvidas manter o *software* supramencionado atualizado.

Essas atualizações são inúmeras, como sendo a implementação, atualização, substituição ou até mesmo o abate dos diversos equipamentos. Depois desse processo inicial concluído é necessário a elaboração de planos de manutenção, planos de trabalho e percursos inspeção/ação.

No que concerne ao segundo capítulo, é apresentada a empresa Celbi S.A., assim como todo o processo de produção de pasta. Já no terceiro capítulo abordam-se os diferentes conceitos e problemáticas de Manutenção, bem como os diversos tipos. No capítulo quarto retrata-se o enquadramento funcional da Celbi S.A. especificando-se a função dos diversos equipamentos. O capítulo quinto detalha os casos práticos realizados durante o período de estágio. O sexto, e último capítulo, é dedicado à discussão, conclusão e trabalhos futuros.

## **2 Capítulo – Empresa Acolhedora**

### **2.1 Celulose Beira Industrial (Celbi) S.A.**

A empresa acolhedora Celulose Beira Industrial (Celbi) S.A. situada na Leirosa, a 15 quilómetros da Figueira da Foz, é atualmente um dos produtores nacionais de pasta de papel com grande influência no mercado internacional.

Os primeiros acionistas da Celbi foram a Billerud, com 71% do total do capital social, a Companhia União Fabril (CUF) que participou com 23% e um grupo de produtores florestais que subscreveram 6%.

A empresa arrancou em 1967, com a produção de pasta solúvel, destinada à fabricação de fibras têxteis, com 80 000 toneladas como capacidade máxima.

A decisão de produzir pasta solúvel viria a ser revista nos primeiros anos de produção, por se concluir que este tipo de pasta defrontava sérios problemas de mercado. A unidade fabril viria a ser ajustada para produzir pasta papelreira com uma capacidade que, naquela data, atingia as 120 000 toneladas anuais.

Em 1970, a empresa alterou a sua designação social, passando a designar-se por Celulose Beira Industrial (Celbi), SARL.

Em 1975, as nacionalizações transferiram as ações da CUF e dos pequenos acionistas para o Estado Português, que assumiria a sua titularidade através do IPE – Investimentos e Participações Empresariais, SA.

Entretanto, na Suécia, diversas operações de concentração da indústria florestal fizeram com que o capital da Celbi passasse a ser detido pelo grupo sueco STORA, integrado na área de negócios liderada pela STORA CELL AB.

Em 1995, o Governo Português viria a alienar integralmente a sua participação na empresa, vendendo a sua parte à STORA CELL AB que, assim, passou a deter 100% do seu capital com o valor atual de 77,5 milhões de euros. A Celbi passou, então, a designar-se por Stora Celbi Celulose Beira Industrial, SA.

No final de 1998, após o processo de fusão do grupo sueco STORA com o grupo finlandês ENSO, de onde resultou o Grupo Stora Enso, a Celbi retomou a sua denominação anterior: Celulose Beira Industrial (Celbi), SA.



Desde 2006 que é detida na sua totalidade pelo Grupo Altri.

A Celbi S.A. é uma referência mundial na produção de pasta de Eucalipto do tipo *Bleached Eucalyptus Kraft Pulp* (BEKP), sendo um dos produtores mais eficientes da Europa. A Celbi S.A. tem uma capacidade de produção anual de cerca de 745 000 toneladas. Toda a sua produção é de mercado.



**Figura 1- Empresa acolhedora Celbi S.A..**

## **2.2 Processo e Produção de Pasta de Papel**

As fábricas da Altri produzem pasta de papel usando madeira de Eucalipto. A madeira chega à fábrica sob a forma de rolaria com casca, rolaria sem casca ou em aparas. A madeira com casca é descascada e tal como acontece com a madeira já sem casca, posteriormente é destroçada em aparas que são armazenadas em pilhas.

No caso da Celbi S.A., após um processo de crivagem, as aparas são alimentadas, em conjunto com licor branco, um composto químico de soda cáustica e sulfureto de sódio

utilizado no cozimento, a um digestor contínuo. Os químicos dissolvem a lenhina, substância responsável pela agregação das fibras, com libertação destas, resultando a chamada pasta crua.

A base de qualquer processo químico de produção de pasta é a separação da lenhina da celulose. Na Celbi S.A. usa-se o processo *kraft* alcalino.

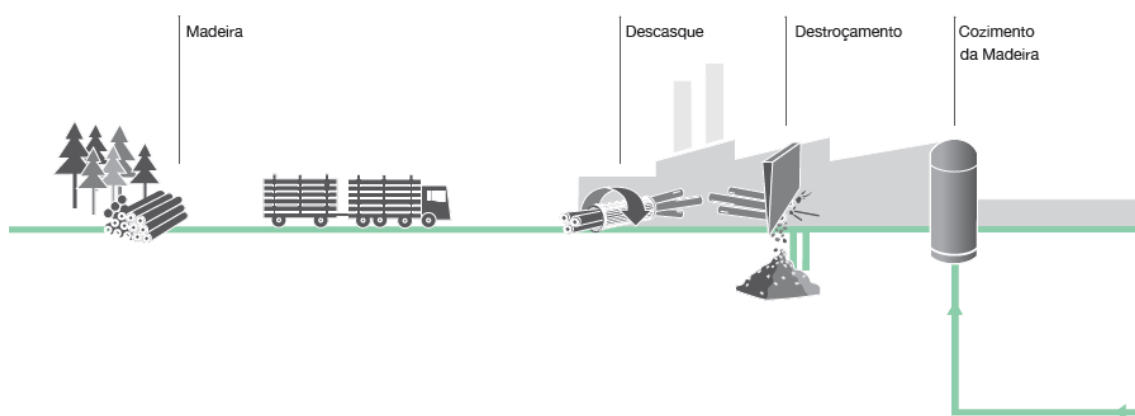
A pasta crua resultante do cozimento é lavada, para remover produtos residuais, orgânicos e inorgânicos, resultantes do processo de cozimento e submetida a operações de crivagem, para remoção de partículas incozidas e outras impurezas.

Na Celbi S.A. depois destas operações, a pasta crua é submetida a uma deslinhificação adicional com oxigénio, do qual resulta uma pasta semi-branqueada, de tonalidade amarela que é enviada para a instalação de branqueamento.

À entrada da instalação de branqueamento, a pasta contém ainda compostos residuais, resultantes da decomposição da lenhina, que são gradualmente removidos na sua quase totalidade através de reações químicas, com agentes branqueadores como o oxigénio, o peróxido de hidrogénio e o dióxido de cloro. No final desta fase, a pasta apresenta-se sob a forma de uma suspensão espessa, de cor branca.

A suspensão de pasta branqueada é submetida a uma crivagem e depuração finais, sendo depois lançada sobre um sistema de tela dupla em movimento para formação da folha, onde lhe é retirada grande parte da água, primeiro por prensagem e posteriormente por ação de vácuo.

A seguinte figura representa o processo explicado anteriormente.



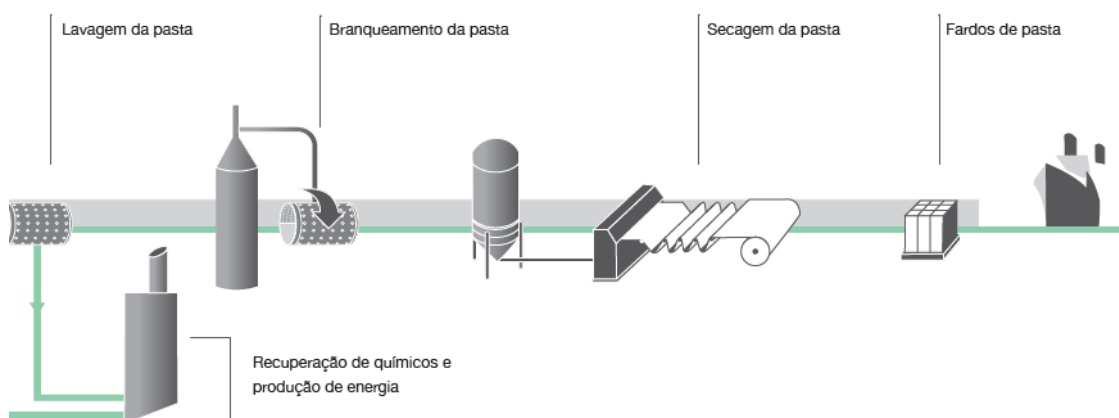
**Figura 2- Processo de produção de pasta, parque de madeiras e digestor.**

Utilizam o processo *kraft*, o licor negro descarregado do digestor, resultante do cozimento das aparas de madeira e sob a forma diluída, é concentrado até se obter um espesso

biocombustível, sendo posteriormente queimado na caldeira de recuperação. Os produtos químicos inorgânicos do licor negro formam uma substância que depois de dissolvida em água dá origem ao licor verde, constituído por uma grande fração de carbonato de sódio e por sulfureto de sódio.

Ao licor verde é adicionada cal viva, no chamado processo de caustificação, dando origem ao licor branco (hidróxido de sódio e sulfureto de sódio) e a carbonato de cálcio. Este, em suspensão é retirado e seco, sendo depois novamente transformado em cal viva no forno da cal. Fechando um ciclo, o licor branco regenerado na caustificação vai ser de novo utilizado no processo de cozimento.

A seguir é prensada e seca através de um sistema compacto de secagem com ar quente ou com vapor. Após a secagem, a folha final é cortada em folhas mais pequenas que são empilhadas em fardos que seguem para o armazém da pasta. No armazém da pasta, os fardos são agrupados com arames em unidades de 8 fardos. São depois empilhados e posteriormente carregados para camiões que os transportam para o Porto Comercial ou diretamente para o cliente.



**Figura 3- Processo de produção de pasta, branqueamento e máquina de pasta.**

## **3 Capítulo - Manutenção**

### **3.1 Introdução à Manutenção**

A norma da terminologia EN 13306 define os termos e os conceitos-base utilizados na manutenção. É um documento básico sobre a forma como se fala, se entende e se pode desenvolver a manutenção, pelo que deve ser referência obrigatória e estar acessível a qualquer participante nesta atividade (Cabral, 2006).

A manutenção com as suas atividades multifacetadas, recursos, medição e gestão tem sido importante para organizações de fabrico. Com a evolução nos últimos anos, a necessidade de gerir as diferentes vertentes da manutenção, de forma mais eficaz, ganhou importância acrescida devido à evolução das tecnologias operacionais, bem como o papel de mudança organizacional da manutenção (Simões, 2011). A manutenção tem evoluído consideravelmente na última metade do século XX, deixando de ser apenas uma parte inevitável da produção, passando a ser um elemento essencial para alcançar os objetivos estratégicos de negócio de uma organização, tornando-se como um parceiro interno ou externo para o sucesso (Kobbacy e Murthy, 2008). De acordo com a Norma Europeia EN 13306:2010, a manutenção define-se como a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, que durante o ciclo de vida de um determinado componente, se destinam a mantê-lo ou a restaurá-lo para um estado onde possa executar a função desejada (EN 13306:2010).

### **3.2 Evolução Histórica da Manutenção**

O meio industrial vê a manutenção como investimento e não como um custo, as empresas perceberam que para controlar a manutenção seria necessário incluí-la no esquema geral da organização, integrando-a com outras funções.

Durante os anos 50 a maioria das ações de manutenção eram corretivas. A manutenção era considerada como um custo incontrolável e inevitável, que não podia ser gerido. Mais tarde, na década de 60, muitas empresas passaram a usufruir de programas de manutenção preventiva, os quais permitiam reconhecer quais as falhas de um determinado componente

mecânico tinham uma relação direta com o tempo ou com o número de ciclos realizados. Essa teoria baseava-se principalmente no desgaste físico de componentes ou nas características relacionadas com a fadiga. Começou, então, a aceitar-se que ações preventivas poderiam evitar algumas das falhas, o que levaria à redução de custos, a longo prazo (Kobbacy e Murthy, 2008).

No final dos anos 70 a maioria dos equipamentos tornaram-se mais complexos. Como resultado, o comportamento de falhas dos componentes começou a alterar as características de falha dos equipamentos. Assim, como o modo de falha não estava relacionado com a idade, as ações de manutenção preventiva eram limitadas na melhoria da fiabilidade dos equipamentos complexos. Desta forma, a eficácia da aplicação de ações de manutenção preventiva passou a ser questionada e a ter um papel de maior relevância. Cresceu rapidamente uma preocupação sobre o excesso de manutenção. Foram ainda postos em causa os benefícios da manutenção preventiva, surgindo novas técnicas como a manutenção preditiva (inspeção baseada na condição). Esta técnica era utilizada apenas para aplicações de alto risco, tais como em aviões ou centrais nucleares (Kobbacy e Murthy, 2008).

No final dos anos 80, com o aparecimento da engenharia simultânea ou engenharia de ciclo de vida, observou-se uma nova etapa na história da manutenção. A manutenção começou a envolver-se na seleção e desenvolvimento de equipamentos, conduzindo ao aparecimento de uma manutenção proactiva, sob o princípio que se deve atuar nas fases iniciais do produto a fim de evitar consequências negativas futuras. Desta forma, a função de manutenção começou a torna-se útil, o que fez com que as ações de manutenção proactiva comessem a desempenhar um papel predominante (Kobbacy e Murthy, 2008).

O termo de manutenção preventiva foi criado nos anos 50, e em 1957 foi publicado um manual sobre a engenharia de manutenção. Ao longo dos anos foram surgindo vários desenvolvimentos na área da engenharia da manutenção, e hoje em dia muitas universidades e outras instituições oferecem programas académicos relativos ao assunto (Dhillon, 2006). Desta forma, o desafio de desenvolver um modelo ideal que conduzisse as atividades de manutenção tornou-se um tema de pesquisa e uma questão fundamental para alcançar a eficácia e a eficiência da gestão de manutenção (Márquez et al., 2009).

### 3.3 Classificação da Manutenção

Dois tipos de manutenção que entram na política da Celbi S.A., são: a Manutenção Preventiva e a Manutenção Corretiva. Os métodos utilizados devem ser padronizados em todos os setores da empresa.

A seguinte imagem esquematiza esses dois tipos de manutenção.

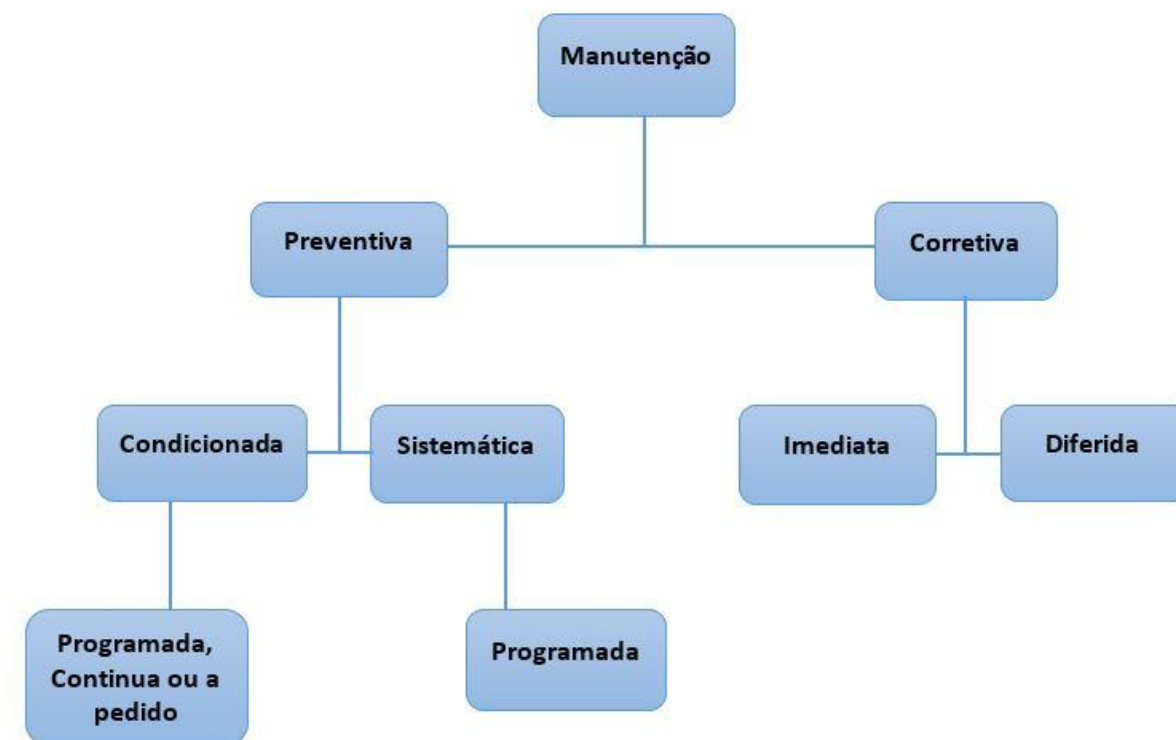


Figura 4- Classificação da manutenção

#### 3.3.1 Manutenção Preventiva

Este tipo de manutenção consiste nas tarefas de manutenção realizadas em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios estabelecidos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou de degradação do funcionamento de um determinado componente (EN 13306 (2010)). A manutenção preventiva divide-se em dois grupos: manutenção sistemática e manutenção condicionada.

A manutenção sistemática consiste numa manutenção programada sem investigação prévia da condição do equipamento (Marquez, 2007), e por se tratar de uma manutenção preventiva é realizada de acordo com intervalos fixos de tempo ou número de unidades em uso (EN 13306 (2010)).

Por sua vez a manutenção condicionada inclui uma combinação de condições de monitorização, inspeção, testes, análise e ações de manutenção consequentes. A aplicação deste tipo de manutenção é realizada através de uma previsão derivada da análise e avaliação dos parâmetros significativos de degradação do equipamento (EN 13306 (2010)). O desempenho e a monitorização dos parâmetros podem ser programados, contínuos ou requeridos (Marquez, 2007).

A manutenção preventiva abrange todas as medidas que contribuam para manter as condições normais de funcionamento de um determinado equipamento, podendo requerer a criação de planos de manutenção (Kharzarei e Deuse, 2011).

A melhoria, um estilo de manutenção assumido e estimulado nos tempos de hoje, destinado a melhorar o desempenho do equipamento no seu contexto, não é mais do que uma espécie de passo em frente em relação à manutenção condicionada. A manutenção referida consiste na identificação da dificuldade funcional, da sua análise e proposta de uma alteração que pode melhorar a forma como o equipamento está a funcionar ou a sua manutenibilidade.

### **3.3.2 Manutenção Corretiva**

A manutenção corretiva consiste na manutenção que é efetuada quando se constata uma falha imprevisível de um determinado sistema, pois raramente (ou nunca!) ocorre uma falha num período oportuno ou conveniente. Estas falhas mesmo que não causem danos consideráveis, originam paragens, e consequentemente atrasos na produção, necessitando de reparações não programadas, tornando-se desta forma numa manutenção mais dispendiosa para qualquer organização (Stephens, 2010). Quando se desenvolvem as falhas, as quais tomam proporções catastróficas, é efetuada a manutenção corretiva de urgência devido à sua imprevisibilidade. No entanto, caso a falha seja gradual, como por exemplo o aumento do ruído, a ação de manutenção pode ser programada para uma ocasião mais conveniente (Assis, 2004).

Segundo a Norma Europeia EN 13306:2010, a manutenção corretiva é realizada após a ocorrência de uma falha e quando se pretende colocar um componente num estado em que se pode executar a função requerida. De acordo com Marquez (2007), a manutenção corretiva pode ser imediata ou diferida.

Por manutenção imediata entende-se uma manutenção que é executada após deteção de uma falha para evitar consequências mais problemáticas (EN 13306 (2010)).

Já a manutenção diferida tem como enfoque uma manutenção que consiste em não atuar imediatamente após a deteção da falha, mas sim atrasando a sua intervenção de acordo com determinadas regras estipuladas (EN 13306 (2010)).

### **3.3.3 Manutenção Centrada na Fiabilidade**

A Manutenção Centrada na Fiabilidade ou Reliability Centered Maintenance (RCM) é uma metodologia desenvolvida para determinar o modelo de manutenção mais eficaz. Surgiu durante a década de 50, na área da aviação, de forma a conseguir reduzir os custos de manutenção, mantendo a fiabilidade e segurança dos equipamentos.

O RCM é uma técnica para desenvolver um plano de manutenção preventivo, em que a fiabilidade do sistema é a função principal do mesmo. No entanto, a melhoria da fiabilidade do sistema apenas é possível através de modificações no mesmo (Telang e Telang, 2010). Os principais objetivos do RCM são (Dhillon, 2006):

- Estabelecer prioridades que possam facilitar a manutenção preventiva, de uma forma efetiva;
- Planear tarefas de manutenção preventiva que possam restabelecer a segurança e a fiabilidade aos níveis originais do sistema em deterioração;
- Recolha de informação necessária para melhorar os sistemas que demonstrem um nível de fiabilidade original insatisfatório;
- Atingir os três pontos anteriores com o menor custo total (incluindo o custo de falhas residuais e custo de manutenção).

### **3.3.4 Manutenção Produtiva Total**

A manutenção produtiva total, abreviada de TPM, do inglês *Total Productive Maintenance*, é um conceito moderno de manutenção introduzido no Japão em inícios da década de 70, decorrente da implantação da técnica produtiva “KANBAN” na empresa Nippon Denso, do grupo *TOYOTA*. Hoje, TPM é uma marca registada do *JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE* e encontra-se implantada em numerosas empresas industriais com resultados altamente positivos.

Este conceito assume um impacto enorme, pois envolve ativamente os operadores da produção na manutenção dos equipamentos que operam, explorando o facto de o operador ser quem melhor conhece a máquina e, portanto, quem detém uma melhor posição para criar



condições de funcionamento, para sondar as suas queixas, em suma, para proporcionar as melhores condições na prevenção de avarias.

O TPM caracteriza-se pelos seguintes princípios:

- Busca da maximização da eficiência global das máquinas e dos equipamentos, normalmente abreviados por OEE - do inglês *Overall Equipment Effectiveness*;
- Sistema total que engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento;
- Sistema onde participam os quadros técnicos da produção e da manutenção;
- Sistema que congrega a participação de todos desde os da alta direção até aos últimos operacionais;
- Movimento motivacional, na forma de trabalho de grupo, através da condução de atividades voluntárias.

E o seu contexto:

- Procura a economia dos recursos através da condução de uma manutenção preventiva;
- Integra as técnicas de manutenção corretiva, da manutenção preventiva e da prevenção de manutenção, este último, através do diagnóstico precoce de avarias;
- Pressupõe o envolvimento voluntário dos operadores que, estando em contacto diário com as máquinas, são quem melhor conhece o seu estado de saúde e, portanto, quem pode tomar as medidas preventivas básicas necessárias ao seu bom funcionamento.

Estas medidas preventivas compreendem tarefas de inspeção, lubrificação e limpeza ou então, numa componente mais técnica, auxílio da manutenção para uma inspeção por exemplo a nível técnico ou de vibrações.

O TPM tem como objetivo principal a eliminação das falhas, defeitos e outras formas de perdas e desperdícios, visando a maximização global da eficiência das máquinas e dos equipamentos, como envolvimento de todos, a todos os níveis. Segundo *Nakaijima* (1998) o TPM é “a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”, onde a manutenção produtiva é a gestão da manutenção que reconhece a importância da fiabilidade, manutenção e eficiência económica no projeto de fábricas.

O TPM assenta em 8 pilares básicos:

1. Melhorias individualizadas nas máquinas - *Kaiser Improvement*.
2. Estruturação da manutenção autónoma – *Job enlargement*.
3. Estruturação da manutenção planeada - *Maintenance Requirement Planning*.

4. Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico da manutenção - *On the Job Training*.
5. Controlo inicial do equipamento e produtos – *Initial Control*.
6. Manutenção da qualidade.
7. TPM nos escritórios (Preparação e programação de trabalhos).
8. Higiene, segurança e controlo ambiental.

A aplicação do TPM engloba a eliminação das seguintes perdas:

1. Avaria/falha – Paragens Acidentais:

- O fator que mais prejudica a eficiência é a perda por avaria ou falha. Na avaria ou falha existem dois tipos: paragem de função e quebra de função. A primeira é aquela que é ocasionada de modo repentino; a segunda, a que reduz a função do equipamento em relação à função original.

2. Mudança de produto – *Setup*:

- Neste tipo de perda incluem-se todas as perdas decorrentes da ferramenta, mais concretamente, as trocas/carregamentos dos programas referentes a cada peça, considerando-se toda a não-operacionalidade do equipamento.

3. Perdas em moldes e ferramentas:

- Neste tipo de perda incluem-se todas as perdas decorrentes da ferramenta, mais especificamente, as trocas de ferramentas do equipamento, trocas de moldes, etc.

4. Pequenas paragens e funcionamento sem carga:

- As pequenas paragens diferem da avaria/falha normal, devido a problemas momentâneos, onde o equipamento para ou opera em vazio. Este problema é também denominado pequeno problema. É o caso, por exemplo, da operação em vazio da máquina, devido ao encravamento de uma peça que estava a ser trabalhada na esteira de um transportador, ou quando o sensor entra em operação, devido à deteção de um produto defeituoso. Trata-se de paragens momentâneas do equipamento. São casos em que o equipamento volta a operar normalmente, assim que a peça que está encravada seja retirada, ou através de um rearranque, diferindo essencialmente da avaria/falha do equipamento.

5. Quebra de velocidade/aumento do tempo do ciclo:

- Neste caso, importa a diferença entre a velocidade nominal e a real do equipamento. É o caso, por exemplo, de uma operação canalizada com a

velocidade reduzida, devido à ocorrência de problemas na qualidade do produto ou na mecânica do equipamento, quando operado à velocidade normal. Esta perda decorrente da redução de velocidade é a perda por quebra de velocidade.

**6. Produtos defeituosos:**

- Neste caso a existência de um produto defeituoso na linha, para além de provocar perdas a nível de produção, ainda provoca perdas extras, pois irá necessitar de trabalho suplementar para efetuar a recuperação do componente. Neste caso é considerado perda o restauro do componente, pois este restauro necessita de uma quantidade de processo, originalmente desnecessário, para reverter esta anomalia no equipamento.

**7. Arranque das máquinas:**

- A perda de arranque tem a ver com as perdas até à estabilização do processo em velocidades/produções consideradas normais.



## **4 Capítulo - Enquadramento Funcional com a Celbi S.A.**

### **4.1 Organização Funcional das Máquinas da Celbi S.A.**

Como o nome indica, a organização funcional consiste em especificar a função de um determinado conjunto de máquinas na empresa (Cabral, 2004).

A Celbi S.A. está dividida em três zonas distintas, denominadas como Zona 1, 2 e 3, organizadas em áreas com uma determinada codificação.

**A Zona 1** constitui uma zona cujas áreas apoiam direta e indiretamente toda a fábrica. É uma zona onde estão localizados o Aterro Controlado e as diversas oficinas, desde as oficinas de mecânica à elétrica. Incluem-se ainda as áreas que servem de auxílio à produção da pasta de papel: A Caldeira de Recuperação e Biomassa, o Forno da Cal, a Caustificação, os Turbogeneradores, a Evaporação, entre outros.

**A Zona 2** destina-se apenas ao Parque de Madeira. Este parque está dividido em várias áreas, mas as mais importantes são: a área de armazenagem da madeira e a área da preparação das madeiras. Nesta última, procede-se ao descasque e destroçamento das madeiras e à armazenagem de aparas.

**A Zona 3** abarca as áreas destinadas à produção de Pasta de Papel.

Na seguinte imagem podem ver-se as distintas Zonas e os códigos atribuídos consoante as áreas da fábrica.



**Figura 5- Diferentes zonas da Celbi S.A..**

A Celbi S.A. para identificar equipamentos, utiliza uma codificação interna, que se designa de “Localização do Equipamento”, e que se apresenta da seguinte forma:

- (I) Identifica a área;
- (II) Identifica o setor;
- (III) Identifica o equipamento;

A título exemplificativo, na Mecânica e na Instrumentação a área é comum logo: 412-(II)-(III).

Relativamente ao ponto (II), caso esteja preenchida identifica a Instrumentação 412-HS-(III), caso contrário identifica um equipamento mecânico (412- -(III)).

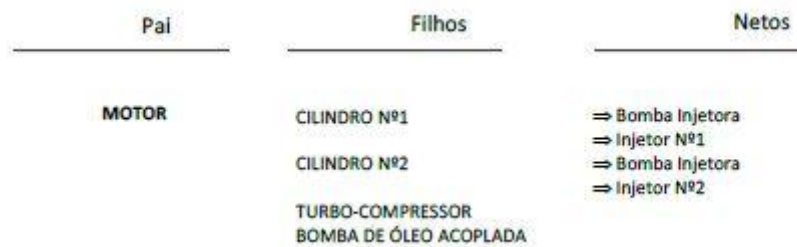
O ponto (III) identifica de forma sequencial os equipamentos de cada área e setor. Associado a uma localização principal (raiz ou pai) existem filhos, que correspondem aos equipamentos existentes nesta. Deste modo, o sistema de codificação de equipamentos seguido pela Celbi S.A. é semelhante ao sistema proposto por Cabral (2006) com pequenas alterações:

- (i) Na Celbi S.A. o “Pai” é sempre a Localização do Equipamento, como por exemplo para o código “412-0304”
- (ii) Não se utiliza o nível hierárquico de Netos, apenas se utiliza Pai e Filhos para identificação dos equipamentos e seus componentes.



**Figura 6- Localização 412-0304 Bomba de Aparas**

Na figura seguinte apresenta-se um exemplo do sistema proposto por Cabral (2006).



**Figura 7- Descendentes hierárquicos proposto por Cabral (2006).**

Numa empresa de grande dimensão como a Celbi S.A. é imprescindível a existência de um processo de identificação concebido, como que se de uma “linguagem” se tratasse, de forma a facilitar a comunicação entre todos os colaboradores dentro da unidade fabril.

## 4.2 Manutenção na Celbi S.A.

A Celbi S.A. define-se por ser uma empresa cujas principais preocupações são a disponibilidade, a segurança e o risco. A função da Manutenção desempenha um papel fundamental no seu dia-a-dia, e para isso dispõe de um Departamento de Manutenção Industrial (DMI) que engloba todos os tipos de manutenção existentes na empresa. Este departamento centra a sua atividade na manutenção, programação e execução de trabalhos, tendo por objetivo o pleno funcionamento dos equipamentos existentes na empresa. De acordo com o organigrama da empresa, o DMI tem como funções:

- Executar e/ou supervisionar a manutenção de todo o equipamento instalado na Fábrica, de modo a garantir o nível de operacionalidade das instalações e a estabilidade do processo, compatíveis com as exigências do fabrico (em termos de volume e qualidade), tendo sempre em vista a otimização dos recursos disponíveis e a racionalização dos custos.
- Gerir, planificar, coordenar e controlar as atividades de manutenção procurando concretizar os seus objetivos, nomeadamente quanto a:
  - Fiabilidade e disponibilidade das instalações/equipamento;
  - Custos e produtividade;
  - Formação;
  - Saúde, Ambiente e Segurança;



- Cumprir o estabelecido nos Planos de Operação Metrológica.
- Participar na definição das estratégias, objetivos e programas de desenvolvimento.
- Desempenhar as tarefas e exercer as responsabilidades que lhe estejam atribuídas em diversa documentação normativa do Sistema Integrado de Gestão.

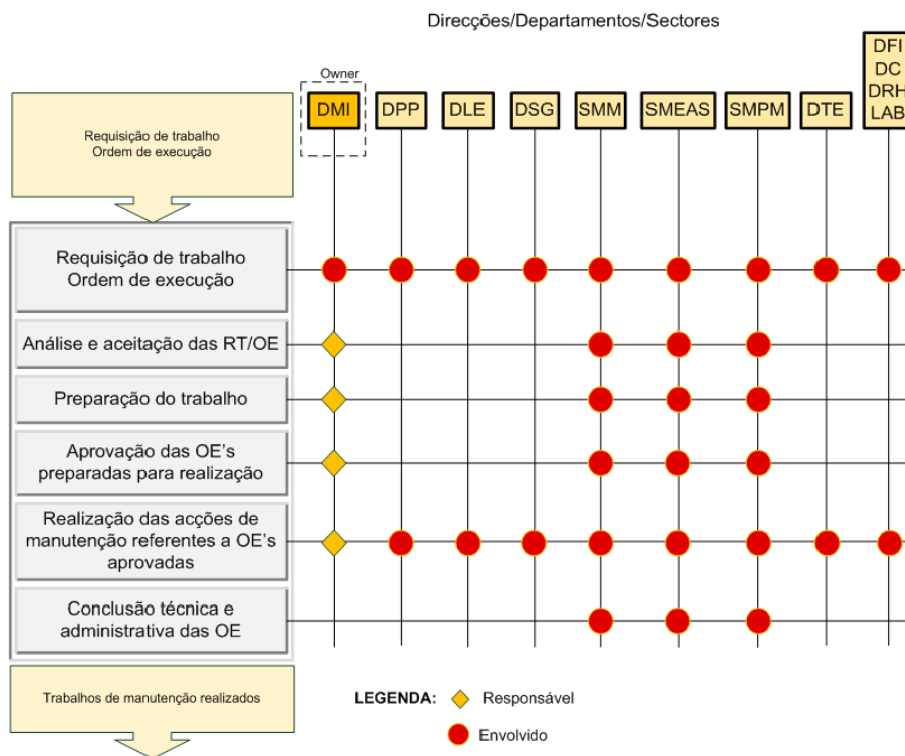
O Departamento de Manutenção Industrial (DMI) é composto por três áreas:

- Setor de Manutenção Mecânica (SMM)
- Setor de Manutenção Elétrica, Automação e Sistemas (SMEAS)
- Setor de Manutenção Preventiva e Métodos (SMPM)

As missões associadas a estes setores são:

- SMM: manutenção corrente da natureza mecânica, dos equipamentos e das estruturas das instalações fabris, visando maximizar o tempo de disponibilidade operacional respetivo;
- SMEAS: manutenção corrente dos equipamentos elétricos e de medição e controle da atividade industrial, visando a maximização da disponibilidade operacional bem como a fiabilidade do seu funcionamento e das suas medições, através de Operações de Controlo Metrológico.
- SMPM: aplicação da manutenção condicionada, operacionalidade do sistema de gestão da manutenção e gestão de materiais.

Na seguinte figura estão representados todos os setores envolvidos desde o início da requisição de trabalho até à realização dos mesmos.



**Figura 8- Diversos setores na empresa.**

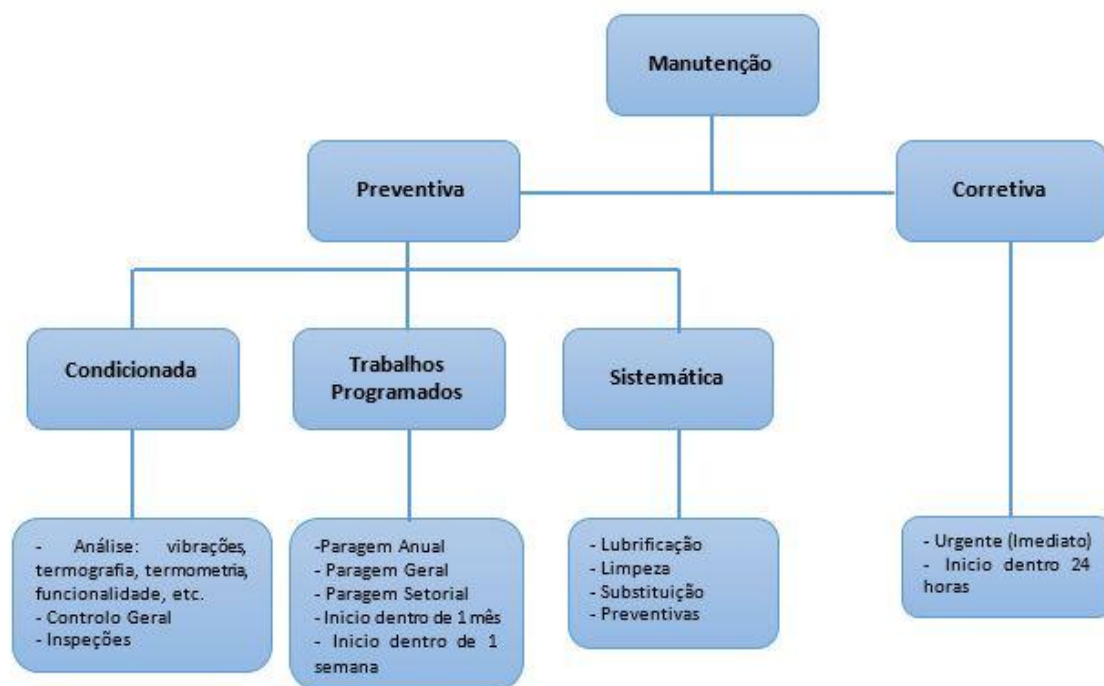
Tanto o Setor de Manutenção Mecânica (SMM) como o Setor de Manutenção Elétrica, Automação e Sistemas (SMEAS) são autónomos no que se refere à preparação/programação e execução de trabalhos. Nos casos que envolvam estes dois setores, um deles terá a supremacia no trabalho e execução, em concordância com o outro setor. São setores que têm um grande peso na empresa, dado que a predominância de equipamentos existentes na empresa está inserida nestes dois setores.

O Setor de Manutenção Preventiva e Métodos (SMPM) está encarregue da gestão do armazém geral, onde se encontra todos os tipos de peças imprescindíveis à manutenção preventiva e corretiva, bem como outros tipos de peças, equipamentos e artigos não associados à manutenção. Fazem também parte do SMPM a divisão dos Métodos e a divisão da Manutenção Condicionada.

Na divisão Métodos, onde se insere a execução deste trabalho de dissertação, realizam-se os estudos dos equipamentos mecânicos. Estes recaem sobretudo na análise dos seus manuais e na identificação das peças de reserva para serem inseridos no sistema de Gestão da manutenção (*software* IBM MAXIMO). Esta divisão está também encarregue da elaboração

de planos de trabalho periódicos, já que é a divisão onde existe um conhecimento mais pormenorizado dos equipamentos.

Verifica-se deste modo que a manutenção na Celbi S.A. divide-se, portanto, em preventiva e corretiva, como ilustra o seguinte onigrama.



**Figura 9- Diferentes tipos de manutenção e periodicidades**

Relativamente à manutenção corretiva está subjacente a dois tipos de Ordens de Execução (OE):

- (i) Urgentes – sempre que é necessário a intervenção imediata para que não haja consequências cada vez mais pesadas na produção;
- (ii) Iniciar OE dentro de 24 horas tratando-se, por exemplo de um equipamento cuja avaria não represente consequências de maior na produção, mas que é fundamental para determinadas operações.

A Celbi S.A., no que se refere à manutenção preventiva, realiza-a em intervalos de tempo pré-determinados, de acordo com determinados critérios estabelecidos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria e a degradação do funcionamento dos equipamentos.

Este tipo de manutenção, como refere a imagem anterior, divide-se em:

- (i) Condicionada (manutenção contínua, programada e a pedido).

- (ii) Trabalhos programados (com a finalidade de substituir ou reparar).
- (iii) Sistemática (manutenção pré-estabelecida em intervalos de tempo).

#### **4.2.1 Manutenção Condicionada**

A manutenção condicionada na Celbi S.A. é praticada fundamentalmente pela empresa subcontratada SKP Group, que faz o acompanhamento dos equipamentos relativamente ao seu funcionamento, recorrendo a meios de diagnóstico sofisticado para analisar de forma bastante precisa o funcionamento dos equipamentos.

A SKF tem um papel preponderante dentro da empresa, já que é esta que faz toda a análise relativa a termografias, análises de temperaturas, ultrassons e a análises de ruídos nos equipamentos.

Esta tem um percurso definido com uma duração de cerca de 45 dias, durante o qual são realizadas inspeções aos equipamentos críticos, tendo assim um controlo ativo sobre os equipamentos, já que todas as análises ficam registadas numa base de dados e assim permitindo-lhe comparar resultados atuais com resultados anteriores, verificar tendências para falhas ou outro tipo de anomalias que necessitem de um acompanhamento.

Com este tipo de técnicas faz-se uma monitorização ativa dos equipamentos com regularidade, permitindo assim definir uma data concreta para uma intervenção ou substituição no equipamento, tendo sempre em vista eventuais preocupações para que a linha de produção não seja afetada.

A manutenção condicionada, a título exemplificativo, pode ser observada em bombas de processo ou redutores, que têm conjuntos de reserva completos e que são substituídos diretamente no equipamento danificado, permitindo que as intervenções se executem num espaço mínimo de tempo.

#### **4.2.2 Trabalhos Programados**

Os trabalhos programados podem ter duas origens:

- Trabalhos de inspeções periódicas a equipamentos que necessitam de um acompanhamento mais frequente;
- Trabalhos de reparação ou substituição dos equipamentos em estado de degradação ou com sintomas de aproximação de falha.

Estes são executados baseando-se numa ordem de prioridade estabelecida, que resulta do estado do equipamento e sabendo-se que de 15 em 15 dias haverá trabalho programado a ser realizado num determinado equipamento.

A prioridade no caso de trabalhos programados tem como base:

- (i) Paragem Anual
- (ii) Paragem Geral
- (iii) Paragem Setorial
- (iv) Trabalho a iniciar em um mês
- (v) Trabalho a iniciar em uma semana

A Paragem Anual refere-se à paragem total da fábrica, que se realiza pelo menos uma vez por ano, e que tem como duração média uma a duas semanas.

A Paragem Geral define-se por ser uma paragem parcial da fábrica, que poderá ocorrer em média durante 24 horas, mediante os trabalhos que estão programados.

A Paragem Setorial consiste numa paragem por setores, em alturas que não tenha influência nos restantes setores. Poderá também ter uma média de paragem de 24 horas ou inferior.

Trabalhos previstos com início dentro de uma semana ou um mês, são trabalhos em que se sabe que o equipamento ainda consegue exercer a sua função nesse período, embora não com o rendimento pretendido.

O prazo de tempo para a execução de trabalhos pode ou não ser cumprido. Um equipamento poderá estar com determinados sintomas, ser-lhe atribuído uma OE, de Paragem Setorial e a qualquer momento passar a ser uma manutenção corretiva.

### **4.2.3 Manutenção Sistemática**

A manutenção sistemática pode definir-se como sendo uma intervenção de manutenção programada sistemática, ou seja, é uma intervenção que ocorre em determinados períodos de tempo, sequencialmente ao longo do ano.

A Celbi S.A. divide ainda a manutenção sistemática em três grupos:

- i. Lubrificação e Limpeza;
- ii. Substituição;
- iii. Preventivas.

No grupo (i) - Lubrificação e Limpeza, existe a empresa ACTION, empresa subcontratada pela GALP, que realiza este tipo de trabalhos. Esta é responsável pela execução

deste tipo de trabalho e é ela própria que define as periodicidades e execução dos trabalhos nesta área.

Relativamente ao grupo (ii) – Substituição – destina-se aos funcionários das oficinas da Celbi S.A.. Estes sabem que determinados equipamentos necessitam de substituição de determinadas peças críticas para o bom funcionamento do equipamento.

Já no grupo (iii) – Preventivas – são manutenções realizadas também por funcionários da Celbi S.A.. Este grupo tem como função a execução de inspeções periódicas a determinados equipamentos. Estas inspeções podem passar por beneficiações, calibrações, pequenos ajustes e substituições, lubrificações e limpezas.

Existem, também, preventivas realizadas apenas pela Mecânica e Instrumentação, dependendo do tipo de equipamento.

#### **4.2.4 Planeamento da Manutenção**

O planeamento da manutenção é realizado na empresa pela Sala de Planeamento, constituída por um conjunto de colaboradores de cada setor responsável.

No planeamento da manutenção existe um documento de grande relevância na Celbi S.A., a OE. Existe um processo inicial que é a RT, o pedido é feito à sala de Planeamento, que dará depois origem a uma OE e, posteriormente, à sua execução.

Nas OE existem requisitos que têm que ser devidamente preenchidos para que se possa corresponder às exigências de cada intervenção de manutenção. Esses requisitos são:

- (i) Identificação concisa do equipamento;
- (ii) Descriminação de todos os passos necessários para a execução da intervenção;
- (iii) Descriminação de todos os materiais necessários à intervenção;
- (iv) Disponibilização da documentação relevante para a intervenção;
- (v) A previsão do tempo necessário para a sua execução.

Esta informação é gerida no Sistema de Gestão da Manutenção “MAXIMO”, que é o *software* que a Celbi S.A. utiliza.

Todas as ações de manutenção são registadas no MAXIMO por RT e consequentemente dão origem a uma OE. Existem OE que são geradas automaticamente em determinados intervalos de tempo com base em planos de manutenção preventiva, que são preparados e inseridos previamente no sistema, tendo como base as especificações do fabricante relativo à manutenção.

### 4.3 Manutenção Produtiva Total na Celbi S.A.

Sendo o TPM uma metodologia que é uma prática cada vez mais comum nas empresas, a Celbi S.A. também a adotou para alcançar os objetivos traçados pela empresa.

Ao longo dos anos a Celbi S.A. tem vindo a implementar os oito pilares do TPM, não de forma imediata, mas continuada. Embora não formalizados, os pilares já existiam antes do grande impulso desta metodologia e atualmente a Celbi S.A. tem vindo a adotar as ações de cada pilar.

A sua implementação e aperfeiçoamento, ao longo dos anos, tiveram sempre como objetivo a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, querendo sempre atingir os “zeros” fundamentais da indústria: zero defeitos, zero acidentes e zero falhas durante o ciclo de vida dos equipamentos, o que conduz a enormes benefícios, tanto nível da estrutura em termos materiais (equipamentos, ferramentas entre outras), como em termos humanos (aperfeiçoamento das capacidades pessoais envolvendo conhecimento, entre outras).

As metas do TPM necessitam, como pré-requisito, da fiabilidade do equipamento e do processo, pois apenas deste modo, estas auxiliarão no cumprimento de prazos, melhores condições para os colaboradores e equipamentos e redução de custos.

Atualmente o TPM é visível em toda a empresa, não de uma forma completa, mas em constante adaptação e aperfeiçoamento. Pode dizer-se que de forma parcial, os oito pilares estão presentes na Celbi S.A.. Este êxito resulta de um importante apoio por parte da Gestão de Topo, que cada vez mais procura, metodologias que vão de encontro a melhorias.

Apesar do sucesso da implementação do TPM, a Celbi S.A. deparou-se com algumas dificuldades: investimento a nível da tecnologia e a mudança de ritmos de trabalho.

Um dos meios disponibilizados e implementados é o ODR (Operator Driven Reliability – Fiabilidade Centrada na Operação) utilizado pelos operadores das linhas de madeira, com o apoio da empresa SKF detentora do *software* e tecnologia.

O ODR relaciona-se com as práticas de manutenção que são executadas e geridas pelos operadores, estas práticas têm uma natureza preventiva e são realizadas para otimizar os custos do ciclo de vida dos equipamentos, identificando oportunidades de melhoria e de fiabilidade.

Existe um envolvimento do operador na manutenção através da participação em atividades de sugestão de melhorias, por exemplo através da RCFA (Root Cause Failure

Analysis – Análise da Causa Raiz da Falha), que tem como objetivo identificar as Causas Raiz da Falha para tomar ações pró-ativas e eliminá-las.

O resultado da implementação do TPM e os seus pilares na Celbi S.A., relativamente ao setor da manutenção, levou à existência de um maior envolvimento dos colaboradores com os equipamentos, que passaram a ser verificados mais frequentemente, fazendo com que as ações corretivas diminuíssem consideravelmente.

#### **4.3.1 Melhorias Individualizadas nas Máquinas**

As melhorias individualizadas sempre foram utilizadas, apesar de não seguirem uma metodologia. Ao longo dos anos houve uma necessidade de realizar melhorias nos equipamentos, não só para evitar ações corretivas, como também para aumentar as suas capacidades devido aos aumentos de produtividade.

Ao praticar-se este pilar está-se a interferir com a eficiência do equipamento, melhorando o equipamento e mantendo uma postura preventiva. Estas intervenções irão tornar o equipamento mais eficiente na sua funcionalidade.

#### **4.3.2 Estrutura da Manutenção Autónoma**

Com a diminuição de colaboradores surge a necessidade de recorrer a este pilar, que consiste na criação de planos de trabalhos para uma manutenção preventiva, a serem executados num primeiro contacto pelos colaboradores, de forma a evitar possíveis ações corretivas.

#### **4.3.3 Estrutura da Manutenção Planeada**

A manutenção planeada está associada às OE, como fora explicado no Planeamento da Manutenção é criado uma RT, e depois de esta ser aprovada é elaborado um plano por parte da Sala de Planeamento que resulta numa OE associada a essa RT. As OE necessitam de um plano detalhado para a realização das mesmas. Existem também OE lançadas pelo sistema, tratando-se de manutenção preventiva a equipamentos.

Existem, ainda, outros tipos de manutenção planeada, como controlos a equipamentos, lubrificações, reaperto, entre outros.



#### **4.3.4 Controlo Inicial do Equipamento e Produtos**

Este pilar está associado ao comissionamento, e é um processo que tem como objetivo assegurar que os sistemas e componentes estejam de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do cliente, e tem como finalidade garantir a operabilidade em termos de desempenho e fiabilidade dos equipamentos.

Esta é uma prática presente na empresa, visto que os equipamentos são de valores monetários significativos, e é necessário assegurar que os equipamentos desempenhem a sua função sem qualquer tipo de problema.

#### **4.3.5 Formação e Treino**

Este pilar sempre esteve presente na empresa, pois qualquer colaborador que venha a desempenhar funções na fábrica tem obrigatoriamente de receber formação, tanto ao nível da segurança, como ao nível de formação específica de acordo com a área para onde irá desempenhar as suas funções.

A empresa, em acordo com os outros pilares, tenta desenvolver as competências e conhecimentos dos seus colaboradores para que estes sejam autónomos e consigam resolver problemas sem que terceiros sejam chamados a intervir.

É fundamental investir neste pilar, pois a empresa considera que para que os restantes pilares sejam exequíveis é necessário investir na formação dos colaboradores.

#### **4.3.6 Higiene, Segurança e Ambiente**

O objetivo da empresa neste pilar, além de querer seguir rigorosamente uma perspetiva de zero acidentes, é proporcionar um sistema que garanta a preservação da saúde e bem-estar dos funcionários e do meio ambiente.

Ao longo dos anos a Celbi S.A. tem apostado nas acreditações (Sistemas de Gestão), e foi uma das primeiras empresas do ramo em Portugal a submeter-se com aprovação a:

- Sistemas de Gestão Ambiental – ISSO 14001;
- Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho – OHSAS 18001;
- Forest Stewardship Concil (FSC) – Cadeia de Responsabilidades.

#### **4.3.7 Manutenção Produtiva Total nos Escritórios**

O melhoramento do trabalho administrativo é diário, eliminando desperdícios e perdas geradas pelo trabalho de escritório. É necessário que todas as atividades organizacionais sejam eficientes e os seus resultados alcançados como contribuição para a gestão da empresa.

#### **4.3.8 Manutenção e Qualidade**

Tem como interesse desenvolver junto dos Operadores as competências relacionadas com a qualidade, utilizando o conhecimento adquirido no pilar manutenção autónoma. É de suma importância melhorar e manter um sistema para atingir os zeros defeitos e, conseqüentemente, diminuir as reclamações por parte dos clientes relativamente ao produto final.

A empresa procede á análise dos equipamentos, materiais, mão-de-obra e métodos, de modo a que se possam identificar problemas e manter as boas condições, evitando conseqüências negativas no produto final, e desta forma conseguir, assim, implementar o pilar da manutenção e qualidade.

### **4.4 Fichas Técnicas através de Gestão de Dados Mestre de Materiais**

Na Celbi S.A. utiliza-se um procedimento de Gestão de Dados Mestre de Materiais (GDMM). O objetivo deste processo é definir as Regras e Organizações que intervêm na GDMM, quando se pretende a criação de novos materiais para o Grupo ALTRI. O mesmo procedimento se aplica quando se pretende modificar os dados básicos de materiais já existentes e/ou estender um material para outro Centro.

A criação ou modificação de materiais resulta normalmente de novas necessidades, quer devido à gestão corrente da manutenção ou produção, quer ainda devido a investimentos.

Sempre que sejam criados ou modificados materiais deve fazer-se a harmonização desses materiais para os três Centros do Grupo Altri, mesmo que para alguns não haja necessidade de existência física nos respetivos armazéns. Quando não haja existência física, o MRP do Centro deve ser o adequado a essa situação.

O SMPM, tem como responsabilidade a manutenção condicionada, a operacionalidade do sistema de gestão da manutenção e a gestão de materiais, tanto de cariz Mecânico como de Elétrico e/ou Instrumentos, que são processadas da seguinte maneira:

- 1- Manifestar a necessidade de criação de novos materiais ou modificação de materiais existentes, resultantes da gestão corrente da manutenção, produção ou investimentos.
- 2- Quando se manifesta uma necessidade o Departamento Requisitante deve enviar à “Equipa de Gestão de Dados Mestre Local” (EGDML) do respetivo Centro a “Ficha de Gestão de Dados Mestre de Material”, preenchida com os dados do requisitante, devendo responder obrigatoriamente aos dados assinalados com “\*” (asterisco).
- 3- A ficha deve ser acompanhada de toda a informação técnica e comercial disponível.

### FICHA DE GESTÃO DE DADOS MESTRE DE MATERIAL

CAIMA	01	Pedido de codificação de novo Material		Departamento	
CELTEJO	02	Pedido de modificação de Material existente		Sector/Serviço	
CELBI	03	Pedido de arquivo de Material existente		Emissor	
CAIMA ENERGIA	04			Data	
RÓDÃO POWER	05				

Dados do Requirente	Nº Material	Nº Antigo			
	Texto breve PT				0 até 40 caracteres
	Texto longo PT *				0 até n caracteres
					0 até n caracteres
	Texto breve EN				0 até 40 caracteres
	Texto longo EN *				0 até n caracteres
					0 até n caracteres
	Tipo de material *				
	Aplicação	Área *	Localização *	Quant. Instalada	
		Código LT	Descr. Localiz.		
	Cód. Fornecedor	Fornecedor			
	Refº Fornecedor	Nº Desenho Fabric.		Posição no desenho	
	Motivo cod./mod. *	Paragem da produção	S	N	Outros motivos:
		Fábrica	Localização		
		Área	Equipamento		
	Instalação				
Centro *	Status Material		???		
Tipo de MRP	Ponto Reabast.		Tamanho Lote	????	Stock Max.
Ciclo Reaprovis.	Semana Reaprovis.		Prazo Reaprovis.		
Rotável *	Recuperável *		Individual *		
Outras alterações					

Dados EGDML (Locais)	Nº Material	Nº Antigo				
	Texto breve PT				0 até 40 caracteres	
	Texto longo PT				0 até n caracteres	
					0 até n caracteres	
	Texto breve EN				0 até 40 caracteres	
	Texto longo EN				0 até n caracteres	
					0 até n caracteres	
	Centro de lucro *	Status Material		????		
	Tipo de MRP *	Ponto Reabast. *		Tamanho Lote *	????	Stock Max.
	Ciclo Reaprovis.	Semana Reaprovis.		Prazo Reaprovis.		
	Planeador MRP *	Tipo Suporte *		Verif. Disponib. *		
	Depósito	Posição Depósito				
	Custo (estimado/real)	0,00 €	Prazo de entrega	Qtd. 1ª compra		
	Fornecedor 1			Código Fornecedor		
	Fornecedor 2			Código Fornecedor		
Fornecedor 3			Código Fornecedor			
Observações						
				Assinatura	Data	

Aprov.	Sector		Departamento		Direcção	
	Ass.	Data	Ass.	Data	Ass.	Data

Dados EGDML (Básicos)	Nº Material *				
	Texto breve *				0 até 40 caracteres
	Texto longo PT (2)				0 até n caracteres
	Empresa				0 até n caracteres
	Texto longo EN (2)				0 até n caracteres
	Empresa				0 até n caracteres
	Texto longo PT (3)				0 até n caracteres
	Em presa				0 até n caracteres
	Texto longo EN (3)				0 até n caracteres
	Em presa				0 até n caracteres
	Unidade med. Básica *	Unid. Med. Alternativa			
	Tipo Material *	Grupo Mercadorias *			
	Hierarquia produtos *				
	Chave valor com pra *	Classe de Avaliação *			
	Controlo de preço *	Unidade de preço *			
				Assinatura	Data

Nota: Campos assinalados com \* são de preenchimento obrigatório

Figura 10- Ficha técnica

#### **4.4.1 Equipa de Gestão de Dados Mestre Local**

A “Ficha de Gestão de Dados Mestre de Material” é enviada por um Departamento Requisitante, que deve verificar a existência do material a criar ou modificar, quer em Sistema, quer em Armazém, recorrendo se necessário às competências técnicas dos Departamentos de Manutenção e Produção e à Gestão de Stocks.

Nesta “Ficha de Gestão de Dados Mestre de Material” com os “Dados EGDML (Dados Locais)”, devem constatar dados referentes ao respetivo centro, ao fornecedor e fazendo ainda referência ao tipo de reaprovisionamento.

Verifica e reajusta, ainda, a ficha técnica recebida do Departamento Requisitante enviando a mesma para a Equipa de Gestão de Dados Mestre Global (EGDMG).

#### **4.4.2 Equipa de Gestão de Dados Mestre Global**

A esta equipa compete verificar e validar a informação veiculada pelas EGDML, tendo em vista criar novos materiais ou modificar materiais existentes, de acordo com as regras em vigor.

## **5 Capítulo - Casos Práticos**

O presente capítulo apresenta trabalhos executados na empresa, durante o período de estágio, explicando a organização funcional das máquinas da empresa, a importância da manutenção nos seus diversos setores, e os diferentes tipos de manutenção, explanando quando e como são utilizados. Apresenta, ainda, a descrição detalhada dos processos envolvidos na preparação e execução eficaz de Provas de Pressão, a equipamentos para obtenção de nova acreditação pelo Instituto Soldadura e Qualidade (ISQ). Expõe os aspetos inerentes à elaboração dos planos de trabalho e planos de manutenção dos Electrofiltros e das Torres de Arrefecimento/Refrigeração. Por fim, enuncia as capacidades necessárias para a execução de um Percurso Inspeção/Ação, bem como todo o processo de elaboração do mesmo.

### **5.1 Equipamentos Sob Pressão**

A todos os equipamentos instalados na empresa, é exigido um certificado individual acreditado. A Celbi S.A. tem como parceiro o ISQ, que na área de Equipamentos sob Pressão é constituída por um conjunto de técnicos altamente qualificados, e oferece um variado leque de serviços de inspeção. A atividade é desenvolvida maioritariamente no âmbito legal e é suportada pelas acreditações concedidas pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC), de acordo com as regras do Sistema Português da Qualidade, e cumprindo os referenciais normativos EN ISO/IEC 17020 e NP EN ISO/IEC 17025.

#### **5.1.1 Lista de Provas de Pressão**

A lista de provas de pressão de equipamentos é a lista a efetuar provas de pressão durante o ano 2015, para Renovação de Autorização de Funcionamento, dividida por duas paragens programadas, que são nomeadas por Paragem da Bioelétrica, realizada em Janeiro e Paragem Anual, realizada em Abril.

**Tabela 1- Lista de provas de pressão para renovação do certificado de inspeção.**

<b>Lista Prova de Pressão 2015 - Equipamento</b>	<b>Produto</b>
131-079 Prensa parafuso nº 3 p/ lamas secundárias	Vapor/Lamas
411-558 Condensador Principal	Água/Gases
452-690 Coluna Retificação Metanol	Metanol
452-691 Condensador Parcial de Metanol	Água/Metanol
452-692 Condensador Final Metanol	Água/Metanol
452-697 Decantador de Óleos	Metanol
457/5 Tubagem V. Média/Alta P. Sopragem C.R.	Vapor Vivo
463-501 Tanque Água Alimentação	Água/vapor
463-505 Aquecedor Água Alimentação	Água Desmineralizada
463-515 Tanque Condensados B.P.	Condensado/Vapor saturado
463-516 Tanque Condensados M.P.1	Condensado/Vapor saturado
463-517 Tanque de Condensados Média/Alta Pressão	Condensado/Vapor saturado
463-553 Pré-Aquecedor Ar Secundário	Vapor/Condensado
463-555 Pré-Aquecedor Ar Secundário Alto	Vapor/Condensado
463-557 Pré-aquecedor de Ar Terciário	Vapor/Condensado
463-561 Arrefecedor Gases de Combustão #1	Água/Gases
463-564 Arrefecedor Gases de Combustão #2	Água/Gases
463-567 Arrefecedor Gases de Combustão #3	Água/Gases
463-570 Tanque Expansão Circuito Arrefec. Gases	Água
463-707 Aquecedor Gases Diluídos	Água/vapor

412-595 Gerador de Vapor Limpo (Reebulidor)	Vapor Saturado / Licor Negro
457/1 Tubagem de Água de Alimentação	Água Desmineralizada
471-740 Arrefecedor Licor Verde	Água/Gases
463-600 Pré-Aquecedor de Licor Negro	Vapor Saturado / Licor Negro
463-710 Pote Selagem Gases Concentrados	Água/Gases
283-500 Caldeira Auxiliar	Vapor
283-500 Economizador da Caldeira Auxiliar	Água Quente
283-500 Serpentina de Aquecimento (L. Temperatura)	Água Vapor
812-560 Reservatório ar comprimido	Ar Comprimido
281-614 Reservatório de Ar Comprimido	Ar Comprimido
451-531 Pré-Aquecedor de Condensado	Vapor Saturado / Licor Negro
451-522 Concentrador 1-A	Vapor Saturado / Licor Negro
451-523 Concentrador 1-B	Vapor Saturado / Licor Negro
451-524 Concentrador 1-C	Vapor Saturado / Licor Negro
451-525 Pote de Condensados	Vapor
451-527 Tanque 1 Licor Negro Concentrado	Licor Negro
451-528 Tanque 2 Licor Negro Concentrado	Licor Negro
451-603 Condensador de Superfície nº2	Água/vapor
451-721 Evaporador	Vapor Saturado / Licor Negro
421-715 Reator de Oxigénio	Pasta/Oxigénio
295-512 Arrefecedor de Óleo I	Água/Óleo
295-513 Arrefecedor de Óleo 2	Água/Óleo



295-502 Injetor da Unidade de Arrefecimento #1	Água/vapor
295-502 Injetor da Unidade de Arrefecimento #2	Água/vapor
295-506 Pré-Aquecedor B.P.	Vapor/Água
411-557 Pré-Evaporador nº3	Vapor Saturado / Licor Negro
282-501 Caldeira Casca	Água/vapor
462-575 Permutador Licor Negro de Recirculação	Vapor Saturado / Licor Negro
432-694 Aquecedor Água p/ 5ª Prensa (Ex 432-536)	Água/vapor
451-604 Tanque Expansão Condensados	Condensado/Vapor saturado
451-605 Permutador Tubular	Licor Negro
451-607 Tanque Expansão	Licor Negro
451-608 Tanque Condensados	Condensados
451-609 Tanque Condensados	Condensados
281-574 Tanque de Água de Alimentação	Água/vapor
452-501 Tanque Expansão de Condensados Vapor Vivo	Condensados
452-581 Tanque de Separação da Bomba Vácuo	Condensados gases incondensáveis
452-590 Tanque Expansão Condensado Limpo A	Condensado
285-530 Pré-aquecedor Ar Primário	Água/vapor
285-531 Pré-aquecedor Ar Secundário	Vapor B.P.
285-582 Tanque Condensados	Condensados
295-505 Pré-Aquecedor Água de alimentação	Água/vapor
458/3 Tubagem Gás Natural para Queimadores	Gás Natural
285-529 Unidade Retorno Condensados #2	Condensados

285-532 Unidade Retorno Condensados#1	Condensados
458/1 Tubagem A. Alimentação/Injecção C. Biomassa	Água Desmineralizada
AJ-3133 Tubagem Vapor Principal Ligação à TG V	Vapor Alta Pressão
294-506 Arrefecedor de Óleo 1	Água/Óleo
294-507 Arrefecedor de Óleo 2	Água/Óleo
411-559 Pós Condensador	Água/vapor
411-577 Pote de Condensados do Permutador 411-578	Condensado
411-578 Permutador de Calor	Água Quente
411-579 Condensador Auxiliar	Água/vapor
412-548 Permutador Calor Circ. Lavagem	Licor Branco/Vapor
412-549 Permutador Licor Branco	Licor Branco/Vapor
412-550 Tanque de Expansão	Vapor Saturado / Licor Negro
412-565 Condensador de Gases Fracos	Água/Gases
271-037 Reservatório Ar Comprimido	Ar Comprimido
457/9 (CNG) Gases Incondensáveis para Incinerador	Gases Incondensáveis
SB-3591Tubagem Licor Negro Conc. para Queima	Licor Negro

## 5.2 Prova de Pressão a Reservatório de Ar Comprimido

Consultando a lista de provas de pressão para 2015, verifica-se que um dos equipamentos a efetuar uma Renovação de Autorização de Funcionamento, com a localização 812-560, será a de um reservatório de ar comprimido, considerado um Equipamento Sob Pressão (ESP), ainda abrangido pelo Decreto-Lei n.º 97/2000 de 25 Maio, com certificado válido até 2014-09-09 como representa a seguinte imagem.



Ministério da Economia e da Inovação  
DIRECÇÃO REGIONAL DA ECONOMIA DO CENTRO

**CERTIFICADO Nº 01059/08**  
**Renovação da Autorização de Funcionamento**  
**Equipamento Sob Pressão – Registo nº 001433/C**  
(Decreto-Lei nº 97/2000, de 25 de Maio)

Proprietário: **CELBI-CELULOSE BEIRA INDUSTRIAL, SA.**

Utilizador: **CELULOSE BEIRA INDUSTRIAL (CELBI), S.A.**

Actividade:

Local de Instalação: **LEIROSA**

Freguesia: **MARINHA DAS ONDAS**

Concelho: **FIGUEIRA DA FOZ**

Distrito: **COIMBRA**

**Características do Equipamento Sob Pressão (ESP):**

Construtor: **VASCO PESSOA**

País: **PORTUGAL**

Marca: **VASCO PESSOA**

Modelo:

Nº de Fabrico:

Ano de Fabrico: **1967**

Certif. Aprov. Constr.: **12045/3CI**

Ref.º Empresa: **---**

Pressão Máxima Admissível (PS): **7** bar

Capacidade (V): **1000** litros

Temperaturas Máx./Mín. de funcionamento: / °C

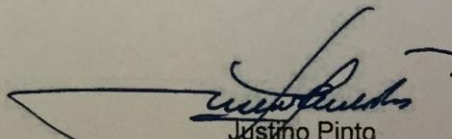
Fluido(s) a conter: **AR**

Prova de Pressão realizada em: **09-09-2008**, por: **ISQ**

Inspecção Técnica realizada em: **09-09-2008**, por: **ISQ**

O presente Certificado é válido até: **2014-09-09.**

Coimbra, 2008-**12-16**

  
Justino Pinto  
Director Regional

/HNR

DSQ/QUA/ESP  
Cert 03/Rev 01/05

Rua Câmara Pestana, 74 | 3030-163 COIMBRA  
Tel. 239 700 200 | Fax 239 405 611  
E-mail: [dra.centro@dre.min-economia.pt](mailto:dra.centro@dre.min-economia.pt)  
GPS: 40° 11' 37.23" N, 8° 24' 20.21" W  
[www.dre-centro.min-economia.pt](http://www.dre-centro.min-economia.pt)

Figura 11- Certificado de renovação de autorização de funcionamento

O ISQ tem o reconhecimento como Organismo Notificado (nº 0028), prestando aos fabricantes os serviços necessários à marcação da Conformidade Europeia, designada normalmente por (CE), para obter essa conformidade com os requisitos legais aplicáveis é necessário:

- Exame “CE” é o procedimento pelo qual um organismo de controlo aprovado verifica e certifica que o modelo de um recipiente satisfaz as disposições da presente diretiva que lhe referem. Esse pedido leva à verificação da conformidade da documentação, bem como aferirá a documentação de técnica de fabrico, para analisar a sua adequação, e posteriormente examinará o recipiente apresentado.
- Verificação “CE” é o procedimento através do qual o fabricante assegura e declara que os recipientes, que foram submetidos às disposições nº 3, são conforme com o tipo descrito no certificado CE de tipo.
- Vigilância “CE” tem como finalidade velar pela correta aplicação por parte do fabricante.

Tendo em conta que o ar comprimido é acumulado num reservatório, este deve impedir que se produzam fortes variações de pressão na rede de distribuição. A energia acumulada pode ser muito importante, por isso os reservatórios devem ser construídos de maneira a garantir, sobretudo, a segurança da área em que estão instalados. Para que se verifique que o reservatório está apto para funcionamento a este equipamento é exigido uma prova de pressão ficando este certificado para exercer a sua função.

### **5.2.1 Procedimentos para Efetuar Prova de Pressão**

Acedendo ao *software* MAXIMO elabora-se uma nova OE, esta seguindo sequencialmente o número anterior, vai ter para este caso específico o número 31069075 para executar a prova de pressão de licenciamento para o equipamento 812-560 Reservatório de Ar Comprimido, instalado na zona 3, DPP – Departamento Produção de Pasta.

A atribuição de um responsável de preparação e de um responsável por execução do trabalho é feita consoante a zona em que está instalado o equipamento, conforme o representado na figura 12.

Este reservatório, com anterior prova de pressão realizada em 09-09-2008, pelo ISQ consoante o certificado nº 01059/08, será submetido a novo ensaio, como ilustra a figura 11.

Para obter nova Renovação da Autorização de Funcionamento o reservatório estará sob pressão 30 minutos, e esta pressão para realização do teste será a 1,3 vezes a pressão de timbre, como estipula o decreto-lei nº90/2010 artigo 22º Ensaio de Pressão.

**Figura 12- Exemplo de preparação de uma OE.**

Durante a preparação, no separador Preparação/Planeamento, definem-se as operações a executar e a mão-de-obra necessária consoante as especialidades. As operações compreendem os seguintes trabalhos:

- 1- Consignação do equipamento.
- 2- Montar andaime.
- 3- Desmontar isolamento.
- 4- Desmontar/montar/a ferir Instrumentação.
- 5- Prova de pressão.
- 6- Montar isolamento.
- 7- Desmontar isolamento.
- 8- Ajustes mecânicos (mecânico).
- 9- Ajustes mecânicos (torno).

Especialidades da mão-de-obra:

- 1- Produção Consignações.
- 2- Montar Andaime.
- 3- Serralheiro Isolador – MOE (Mão-de-obra exterior).
- 4- Instrumentista.
- 5- Serralheiro Mecânico.
- 6- Serralheiro Mecânico – MOE.
- 7- Serralheiro Isolador – MOE.
- 8- Montar Andaime.

ID	Descrição	Recursos	Quantidade	Status
1	Consignação de equipamento	214401	1	APROV
2	Montar andaime	214402	1	APROV
3	Desmontar andaime	214403	1	APROV
4	Desmontar/instrumentar instrumentação	214404	1	APROV
5	Prova de pressão	214405	1	APROV
6	Montar isolamento	214406	1	APROV

ID	Nome	Quantidade	Status
1	PC2	1	APROV
2	AD1	1	APROV
3	RI1	1	APROV
4	RI2	1	APROV
5	RI3	1	APROV
6	RI4	1	APROV

Figura 13- Exemplo da mão-de-obra necessária para um trabalho, neste caso OE.

Posteriormente à aprovação da OE é gerado um relatório, que está devidamente referenciado no anexo A, onde são descritos todos os trabalhos a realizar e a que setor serão atribuídos. As figuras 14,15,16 são exemplos deste tipo de relatório.

Este relatório, como todos os outros, é apresentado às empresas que vão a concurso para ganhar a obra, e que através da descrição detalhada conseguem prever o tempo necessário, e o tipo de mão-de-obra especializada que devem utilizar. Desta forma conseguem elaborar o

orçamento global e concorrer a um lote de trabalhos, por exemplo, 20 provas de pressão a diferentes tipos de equipamentos.



## Ordem de Execução

Nº. 31069075

**Requisitante:** 301473 Humberto Galvão  
**RT origem:**  
**Data Requisição:** 2014/11/27 15:13  
**Resp. Preparação:** 301468 Paulo Pinto  
**Resp. Execução:** 301216 José Laves

**Tipo de Intervenção:** 022 Preventiva - Sistemática  
**Código Planejamento:** PA  
**Status da OE:** APROV  
**Data do Status:** 2015/02/16 12:53  
**Plano de Trabalho:** PT-33-ESP -0002  
**Equipamento parado:** Não

**Descrição da OE:** Prova pressão p/ licenciamento 812-560 (PA 2015-PPL)

**Localização:** M812- -0560.50  
 Reservatório de ar (antigo 872-527)

**Equipamento:** F0008315  
 Reservatório de ar comprimido

### OBJECTIVO

**Data/Hora Início:**

**Data/Hora Fim:**

### PROGRAMADO

**Data/Hora Início:** 2015/04/13 11:39

**Data/Hora Fim:**

### Descrição Detalhada da Ordem de Execução

#### Operações da Ordem de Execução

NºOp.	Descrição da Operação:	Custo		Responsável	Duração
10	Consignação do equipamento	3142201	PRODUÇÃO DE PASTA	Paulo Pinto	0
20	Montar andaime	3144303	MI-MECANICA ZONA 3	Paulo Pinto	0
30	Desmontar isolamento	3144310	MI-OFICINA PLASTICOS	Paulo Pinto	0
40	Desmontar/montar/afetar instrumentação	3144403	MI-INSTRUMENTOS	Fernando Calhaço	0
50	Prova de pressão	3144303	MI-MECANICA ZONA 3	Paulo Pinto	0
60	Montar isolamento	3144310	MI-OFICINA PLASTICOS	Paulo Pinto	0
70	Desmontar andaime	3144303	MI-MECANICA ZONA 3	Paulo Pinto	0
80	Ajustes mecânicos (Mecânico)	3144300	MI-OFICINA MECANICA	Paulo Pinto	0
90	Ajustes mecânicos (Torno)	3144300	MI-OFICINA MECANICA	Paulo Pinto	0

Figura 14- Exemplo de relatório gerado após aprovação de OE.



FICHA DE TRABALHO		Ord. Execução: 31069075	Prova pressão p/ licenciamento 812-560 (PA 2015-PPL)	
Nº. Operação:	40	Desmontar/montar/afetar instrumentação		
Nº. Projecto:				
Nº. Localização:	M812- -0560.50	Reservatório de ar (antigo 872-527)		
Nº. Equipamento:	F0008315	Reservatório de ar comprimido		
Centro Custo	Data Programada de Início	Data Programada de Fim		
3144403	2015/04/13 11:39			
		Requisitado por		
		301473	Humberto Galvão	
Cód. Planeamento	PA	Tipo de Trabalho		
		022	Preventiva - Sistemática	
<b>Descrição da operação</b>				
Afetar manómetro Marcar nº de equipamento e timbre Instalar válvula Isolamento				
812-PS-1280 Nº Equ. - 42020077 Timbre - 0,7 Mpa				
<b>Mão de obra</b>				
Especialidade	Descrição	Quantidade	Horas	
		0	0	
<b>Material Reservado</b>				
Cód. Artigo	Descrição do Artigo	Reserva SAP	Armazém / Localização	
1029494	VALVULA ISOLAMENTO HLS2V PARKER	93775	1300-0001 07-1-10-01-05	
	Fornecido Rúbrica : _____ Nº _____	Recebido Rúbrica : _____ Nº _____	Data: ____/____/____	
<b>Nº. do Equipamento Instalado:</b> _____				
Relatório Técnico:				

Figura 15- Ficha de trabalho com descrição do trabalho.



## FICHA DE TRABALHO

Ord. Execução: 31069075

Prova pressão p/ licenciamento 812-560  
(PA 2015-PPL)

Nº. Operação:	50	Prova de pressão
Nº. Projecto:		
Nº. Localização:	M812- -0560.50	Reservatório de ar (antigo 872-527)
Nº. Equipamento:	P0008315	Reservatório de ar comprimido
Centro Custo	Data Programada de Início	Data Programada de Fim
3144303	2015/04/13 11:39	

### Requisitado por

301473

Humberto Galvão

Cód. Planeamento	PA	Tipo de Trabalho
		022
		Preventiva - Sistemática

### Descrição da operação

1.0 Prova de Pressão 812-560 Reservatório de Ar Comprimido

1.1 Preparação Corpo

- Isolar com Raquete Cega junto a 812-V-850
- Isolar com Raquete Cega na EA-3908-65
- Abrir o Tampão superior para servir de Vente
- Retirar 812-PI-301-V e instalar Manómetro
- Retirar 812-LC-1281-LW 1/2" inferior, utilizar como Sistema de Enchimento

### NOTA:

- Utilizar juntas novas para o ensaio obter as condições de serviço
- Pressurizar na presença do Inspetor do ISQ

2.0 Documentação

2.1 Desenho:

### Mão de obra

Especialidade	Descrição	Quantidade	Horas
		0	0

### Material Reservado

Cód. Artigo	Descrição do Artigo	Reserva SAP	Armazém / Localização	Reservado
	Fornecido Rúbrica : _____ Nº _____ Recebido Rúbrica : _____ Nº _____ Data: ____/____/____			

### Nº. do Equipamento Instalado:

Relatório Técnico:

Figura 16- Ficha de trabalho com descrição da operação.

### 5.2.2 Planeamento e Preparação na Instalação

O planeamento de trabalhos para o equipamento 812-560, inicialmente recorrendo ao *Flowsheet*, esquema da área onde está instalado, com o número F812-00-0002-00, identificando o equipamento, válvulas e linhas a ele agregado.

O trabalho consiste em isolar o equipamento com raquetes cegas onde existirem flanges, de modo que este fique completamente isolado. Posteriormente colocar um sistema de enchimento o mais abaixo possível, para encher o reservatório com água, e por fim, colocar um manómetro para medir a pressão de ensaio, como ilustra a Figura 17.



Figura 17- Planeamento e preparação na instalação do equipamento 812-560.

### 5.3 Prova de Pressão a Pré Aquecedor de Licor Negro

O Pré aquecedor Licor Negro, com a localização 463-600 é um permutador de licor negro e vapor com capacidade para 190 litros, e certificado com o número 00458/10, equipamento sob pressão com o registo número 018666/C.

Consultando o *Flowsheet* F463-0025, definimos quais os trabalhos necessários a realizar para executar a prova de pressão.

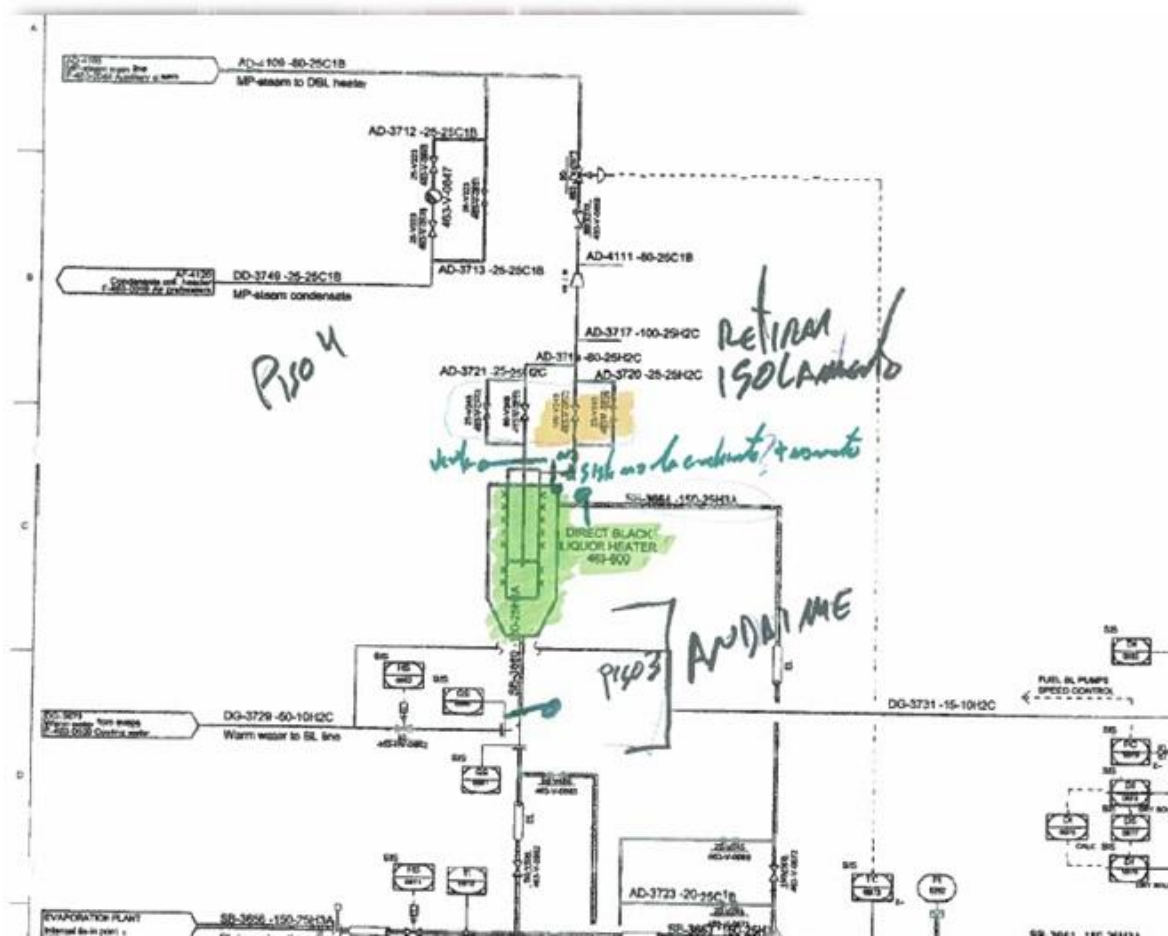
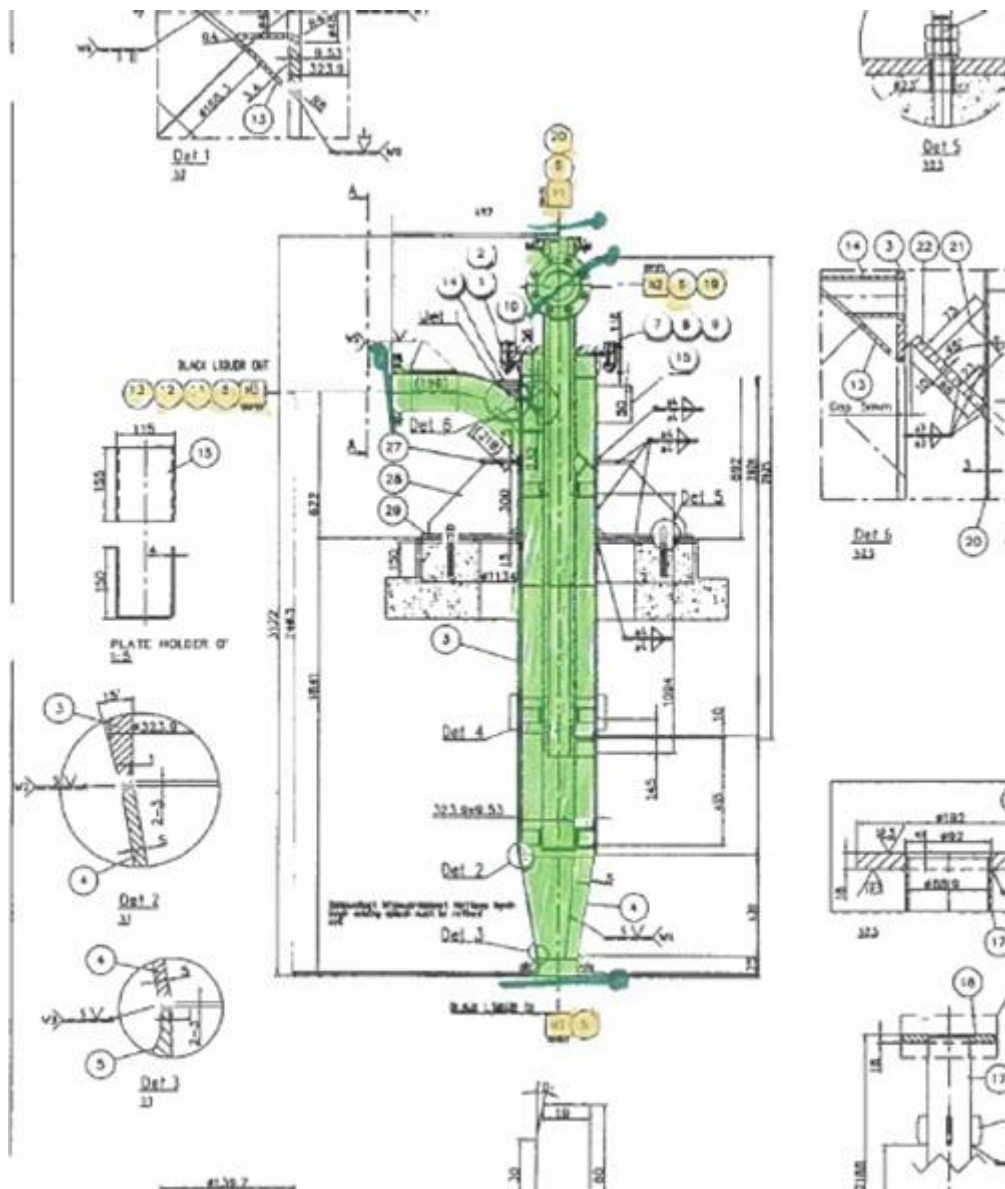


Figura 18- *Flowsheet* do pré-aquecedor licor negro.



**Figura 19- Flowsheet do corte do pré-aquecedor licor negro**

Nas figuras acima, estão representadas as raquetes cegas utilizadas para assim isolar o equipamento e se realizar a prova de pressão.

As operações a realizar bem como as especialidades a utilizar são idênticas às usadas para a prova de pressão do 812-560, atrás referido. Fazem parte destas operações os seguintes trabalhos:

1. Consignação do equipamento.
2. Montar andaime.
3. Desmontar/montar/a ferir Instrumentação.
4. Prova de Pressão.

5. Desmontar andaime.
6. Ajustes mecânicos (torno).
7. Ajustes mecânicos (Mecânico).
8. Montar isolamento.
9. Desmontar isolamento.

Especialidades da mão-de-obra:

1. Produção Consignações.
2. Montar Andaime.
3. Serralheiro Isolador – MOE.
4. Instrumentista.
5. Serralheiro Mecânico.
6. Serralheiro Mecânico – MOE.
7. Serralheiro Isolador – MOE.
8. Torneiro – MOE.
9. Montar Andaime.

Através da plataforma MAXIMO pode-se analisar a OE nº 31069070, no separador Preparação/Planeamento, e para além da Mão-de-obra temos ainda um separador que nos fornece informações sobre Materiais/Reservas referentes a esta OE. Estes materiais são reservados previamente, para que aquando da data da execução do trabalho esse material esteja disponível em armazém. Supondo que por lapso não é feita reserva, pode-se efetuar a requisição desses materiais de modo a executar o trabalho. As seguintes figuras representam a lista de materiais requisitados para a execução deste trabalho.

Linha	Tarifa	Item	Descrição	Quantidade	Qtd. Reserv. Pendente	Data Necessidade
6	40	1229336	PORCA SEXT ST A4 DN934 M18	8,00		15-04-2015 11:38
5	40	1207873	PARAF SEXT DN933 A4 M18X70	8,00		15-04-2015 11:38
4	40	1228918	PORCA RED GALV 3/4"x1/2"	1,00		14-04-2015 9:51
3	40	1202253	PORCA REDUÇÃO GALV 1 1/2"x3/4	1,00		14-04-2015 9:51
2	40	1200709	ERLENMEYER BOCA LARGA 300ML VIDRO	0,50		14-04-2015 9:50
1	40	1228964	TAMPÃO MACHO GALV 1/2"	1,00		14-04-2015 9:49

**Figura 20-Lista de material requisitado na OE nº 31069070.**



Mão-de-obra Materiais / Reservas Serviços Ferramentas							
Materiais							
Linha	Tarefa	Item	Descrição	Quantidade	Qtz. Reserv. Pendente	Data Necessidade	
12	90	1208853	PARAF PHILIPS DN7981C A4 B4.2X13	200,00		19-04-2015 10:49	
11	90	1201121	MANTA BAS 1000X80MM C/RED GALV 100KG/M3	34,40	7,60	19-04-2015 10:48	
10	40	1229543	FITA COLA PAPEL LISA 50X25MM	3,00		16-04-2015 9:41	
9	40	1208252	LUBRIF DIREITO AÇO L425 M15X1,5MM	2,00		16-04-2015 9:41	
8	40	1229984	CASQUILHO DUPLO GALV 2"	1,00		16-04-2015 9:38	
7	40	1208492	ANILHA DN126 A4 20MM	8,00		15-04-2015 11:37	

Figura 21- Continuação da lista de material requisitado na OE nº31069070.

### 5.3.1 Planeamento e Preparação na Instalação 463-600

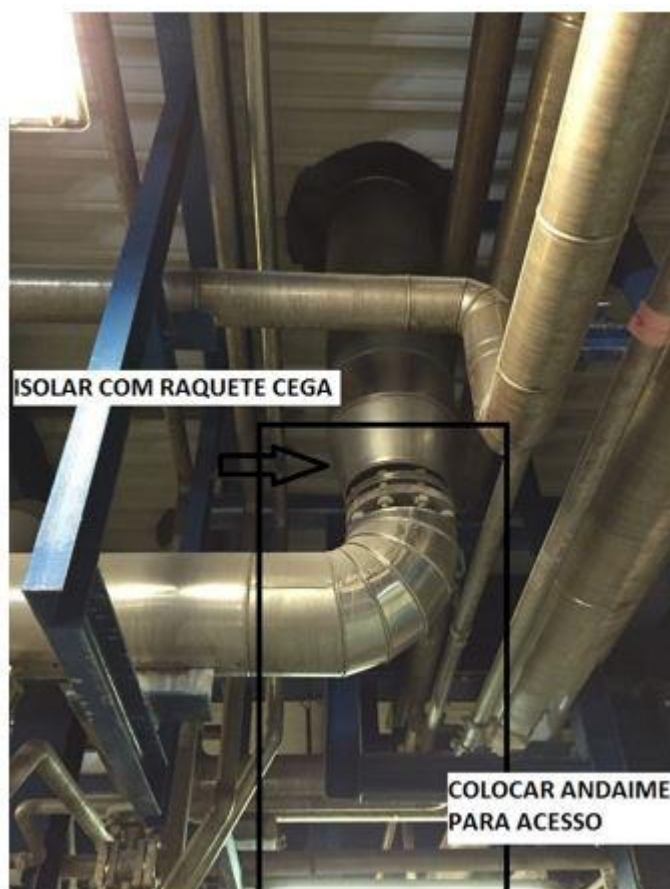
Na instalação o equipamento em preparação está situado na Zona 1 – Caldeira de Recuperação (463) – distribuído por dois pisos, encontrando-se a parte superior no piso 4 de fácil acesso sem necessitar de especial preparação como está representado na seguinte figura.



Figura 22- Piso 4 planeamento e preparação ao equipamento 463-600

Já a parte inferior localizada no piso 3, para se proceder a qualquer trabalho é necessário a solicitação de instalação de andaime, como ilustra a figura 23. Esse andaime antes de ser

utilizado terá de ser inspecionado e aprovado pelo órgão de segurança da Celbi S.A., só assim se poderá dar início ao trabalho proposto.



**Figura 23- Piso 3 planeamento e preparação ao equipamento 463-600**

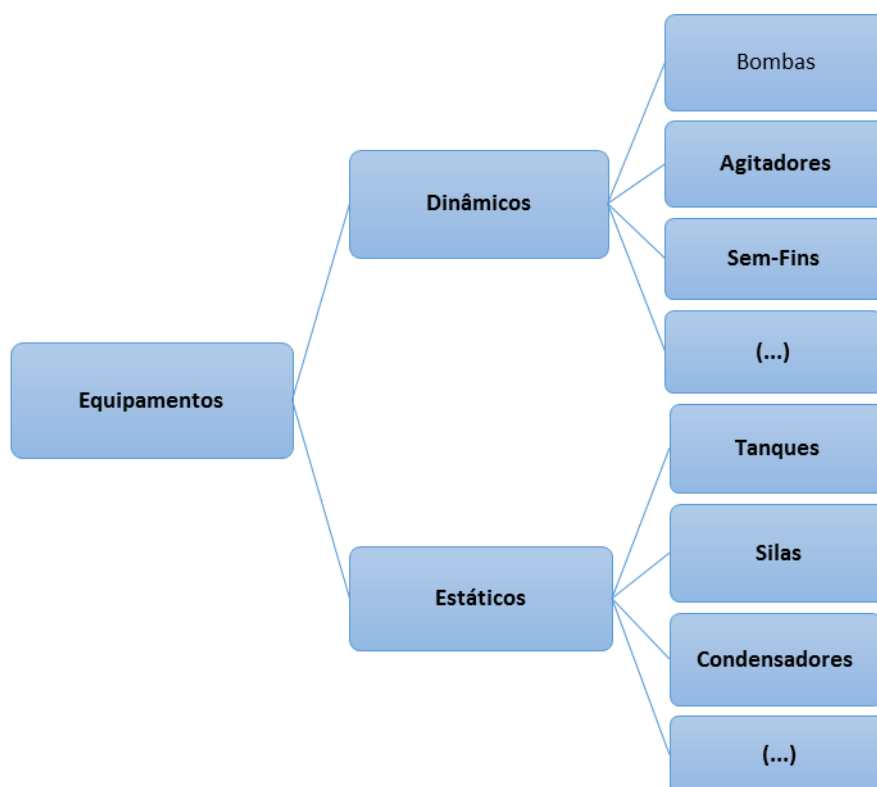
Posteriormente, e seguindo os mesmos procedimentos em relação ao equipamento 812-560 – Reservatório de Ar Comprimido, após preparação dos trabalhos do equipamento 463-600 - Pré Aquecedor de Licor Negro é gerado o relatório dos ensaios de pressão, sendo integrados em lotes de vários trabalhos. Lotes esses que serão apresentados aos empreiteiros, que estão a concorrer para ganhar a obra, e que se propõem a analisar os mesmos e redigir um orçamento para apresentar a sua proposta ao responsável do DMI, que consoante as propostas de todos os empreiteiros irá seleccionar a melhor.

## **5.4 Planos de Trabalho**

Consoante o tipo de equipamento está associado um plano de trabalho, para assim definir trabalhos de Inspeção/Ação a realizar.

Para a elaboração dos planos de trabalho, é necessário conhecer os diferentes equipamentos que existem na empresa, para os distinguir dentro da mesma família.

Os equipamentos são divididos em 2 famílias: estáticos ou dinâmicos.



**Figura 24- Famílias dos equipamentos existentes**

Para a mesma função existem equipamentos cujas características são diferentes de modelo para modelo. Essas diferenças requerem absoluta atenção, pois em alguns casos podem obrigar à elaboração de um novo plano de inspeção. Temos como exemplo as caixas redutoras, uma percentagem destas não possui visor para verificar o nível de óleo, deste modo é necessário elaborar um novo plano de trabalho para aplicar nas caixas redutoras que possuam visor através da operação de verificação do nível de óleo.

Já existiam planos de trabalho inseridos no *software* MAXIMO, todavia com a realização do projeto C15, verificou-se que a maioria não estava de acordo com a evolução tecnológica dos equipamentos, o que levou à implementação de equipamentos novos e abate de equipamentos que deixaram de ser utilizados.

Deste modo, a elaboração dos planos de trabalho teve como base a verificação de planos antigos, a leitura de manuais dos equipamentos e a articulação com os serralheiros, para que estes, com o seu conhecimento, pudessem dar o seu contributo sobre as operações mais importantes a verificar.





**Figura 25- Planos de inspeção novos.**

Em suma, todas as operações a ser efetuadas pelo operador na inspeção dos equipamentos são simples, de verificação/observação de pontos fulcrais para que o equipamento tenha sempre um ótimo rendimento, sem sintomas de possíveis falhas. Em algumas situações compreende também operações de limpeza ou outro tipo de operações básicas.

#### **5.4.1 Planos de Trabalho de Torres de Arrefecimento e Refrigeração**

As Torres de Arrefecimento e Refrigeração exigem uma atenção redobrada, pois são equipamentos que estão sujeitos ao risco de aparecimento da bactéria *Legionella*, devendo ser objeto de um sistema de controlo e gestão de risco.

Os protocolos de operação e manutenção devem ter como base um bom conhecimento de todo o sistema e equipamentos, abrangendo uma inspeção regular a todas as partes do sistema, como um programa de controlo e de tratamento da água do ponto de vista físico-químico e microbiológico, e um programa de limpeza e desinfeção de todas as instalações.

Ao elaborar um plano de manutenção/inspeção, implementam-se os dados fornecidos pelo manual do fabricante, que está devidamente referenciado no anexo B. Este plano deve ser atualizado sempre que se proceda a alguma modificação do sistema, bem como assinalar os pontos ou zonas críticas onde se deve proceder à recolha de amostras de água.

No caso prático da Celbi S.A., o plano de trabalho número PT-13-3GTO-A001, define então um plano de manutenção anual para as Torres de Arrefecimento e Refrigeração instaladas na Celbi S.A..

Tendo como operações os seguintes trabalhos:

10. Consignação do equipamento: consiste em solicitar à Produção que disponibilize o equipamento a intervencionar nas condições de segurança;
20. Desligar gaveta/ligar Localização: será o departamento SMEAS/Elétrica, que desligará o equipamento deixando o mesmo em condições de segurança;
- 30- Execução do Plano de Manutenção: executar, como o nome indica, o plano na íntegra para manter o bom funcionamento do equipamento.

Equipamentos a realizar o plano de manutenção:

- i) Invólucro
  - ii) Tanque de água
  - iii) Válvula de Controlo
  - iv) Sistema de distribuição de água quente
  - v) Eixo de transmissões e proteções
  - vi) Separador de Gotas
  - vii) Ventilador e Proteção do Ventilador
  - viii) Motor Elétrico
  - ix) Bloco Evaporativo
  - x) Redutor
  - xi) Componentes de estruturas
40. Execução de Trabalhos de Soldadura; se assim for necessário.
  50. Ajustes mecânicos (Mecânico); se assim for necessário.
  60. Ajustes mecânicos (Torno); se assim for necessário.
  70. Apoio ao plano de manutenção (instrumentos);
  80. Execução do plano de lubrificação;

Através da plataforma MAXIMO, ao imprimir o PT-13-3GTO-A001, obtém-se o seguinte relatório:

## PLANTRAB - Plano de Trabalho



Plano de Trabalho		Descrição		
PT-13-3GTO-A001		Plano manutenção ANUAL Torres Arrefecimento		
Responsável de Planeamento	Responsável de Execução	Duração (hh:mm)	Prioridade	Interrompível?
		00:00	1	Não
Operações do Plano de Trabalho				
Op.	Descrição			Duração (hh:mm)
10	Consignação do equipamento			00:00
20	Desligar gaveta / ligar Loc -			00:00
30	Execução plano manutenção			00:00
	Invólucro			
	1.Inspeção das condições gerais			
	Tanque de Água			
	1.Verificar nível de água			
	2.Verificar se existem fugas			
	3.Inspeção das condições gerais			
	4.Limpar, se necessário			
	Válvula de Controlo			
	1.Lubrificar			
	2.Inspeção das condições gerais			
	3.Limpar, se necessário			
	Sistema de distribuição de água quente			
	1.Inspeccionar o entupimento			
	2.Inspeção das condições gerais			
	3.Limpar, se necessário			
	Eixo de Transmissão e proteções			
	1.Verificar ruído invulgar ou vibração			
	2.Inspeccionar encaixes, rasgo de chaveta e parafusos fixadores			
	3.Inspeção das condições gerais			
	5.Limpar, se necessário			
	Separador de Gotas			
	1.Inspeccionar o entupimento			
	2.Inspeção das condições gerais			
	3.Limpar, se necessário			
	Ventilador e Proteção do Ventilador			
	1.Verificar ruído invulgar ou vibração			
	2.Inspeccionar encaixes, rasgo de chaveta e parafusos fixadores			
	3.Limpar, se necessário			
	Motor Elétrico			
	1.Verificar ruído invulgar ou vibração			
	2.Inspeccionar encaixes, rasgo de chaveta e parafusos fixadores			
	3.Limpar, se necessário			
	Bloco Evaporativo			
	1.Inspeccionar o entupimento			
	2.Verificar passagem de água/ar			
	3.Inspeção das condições gerais			
	4.Limpar, se necessário			
	Redutor			
	1.Verificar ruído invulgar ou vibração			
	2.Inspeccionar encaixes, rasgos de chaveta e parafusos fixadores			
	3.Assegurar que as passagens (pontos de respiro, esgoto, etc.) estão abertas			
	4.Verificar estado dos retentores de óleo			
	5.Verificar nível de óleo			

2015-05-25 09:06

PLANTRAB - Plano de Trabalho

1 / 2

**Figura 26- Plano de trabalhos das torres de arrefecimento e refrigeração.**

A mão-de-obra é dividida em especialidades para assim determinar e diferenciar os custos ao setor responsável, como mostra a figura 27.

## PLANTRAB - Plano de Trabalho



Operações do Plano de Trabalho						
Op.	Descrição					Duração (hh:mm)
	6.Verificar se existem fugas de óleo 7.Inspeção das condições gerais 8.Limpar, se necessário					
	Componentes de estruturas 1.Inspeção das condições gerais					
40	Execução de Trab. de Soldadura					00:00
50	Ajustes mecânicos (Mecânico)					00:00
60	Ajustes mecânicos (Tomo)					00:00
70	Apoio ao plano manutenção (instrumentos)					00:00
80	Execução do plano lubrificação					00:00
Mão de Obra						
Op.	Especialidade		Nº Pessoas	Horas	Taxa Hora	Custo Linha
10	P02	Produção Consignações	1	00:00	0,00	0,00
20	E08	TCP	1	00:00	0,00	0,00
30	M01	Serralheiro Mecânico	1	00:00	17,58	0,00
30	M02	Serralheiro Mecânico - MOE	1	00:00	0,00	0,00
40	M06	Soldador	1	00:00	17,85	0,00
50	M01	Serralheiro Mecânico	1	00:00	17,58	0,00
60	M09	Torneiro	1	00:00	0,00	0,00
70	I01	Instrumentista	1	00:00	18,70	0,00
80	L02	Lubrificador/ Inspector-MOE	1	00:00	0,00	0,00
Materiais						
Op.	Artigo		Quantidade	Custo Unit.	Custo Linha	

Figura 27- Plano de trabalhos e especialidades.

### 5.4.2 Planos de Trabalho Electrofiltros

O precipitador electrostático ou electrofiltro como é designado na Celbi S.A., fornece carga elétrica à partícula, que ocorre através da ionização do gás pela descarga elétrica, ficando então as partículas submetidas a um campo elétrico, de modo a que a sua velocidade de migração electrostática cause a coleta das mesmas sobre a uma placa fixa, onde subsequentemente perdem as suas cargas e a camada de pó formada é removido do sistema para posterior descarte.



**Figura 28- Electrofiltros da Zona 1 – 463 Caldeira de Recuperação**

Plano de trabalho número PT-13-3GPE-A006, define o plano de manutenção anual dos Electrofiltros instalados na Celbi S.A..

Tendo como operações os seguintes trabalhos:

10. Consignação do equipamento;

- 20. Desligar gaveta/ligar Localização;
- 30. Execução do plano de manutenção;
  - Plano de Manutenção Electrofiltros
    - I) Inspeccionar possíveis danos estruturais
    - II) Inspeccionar possíveis pontos de corrosão e proceder à reparação.
    - III) Inspeccionar possíveis pontos de corrosão nos acionamentos dos martelos.
    - IV) Inspeccionar o funcionamento dos veios dos martelos.
    - V) Verificar o funcionamento dos transportadores coletores
    - VI) Apertar parafusos soltos
    - VII) Inspeção das condições gerais.
    - VIII) Verificar acumulação de poeiras, se exagerada proceder à limpeza.
  - Redutor
    - I) Verificar ruído invulgar ou vibração.
    - II) Inspeccionar encaixes, rasgos de chavetas e parafusos fixadores.
    - III) Verificar nível de óleo.
    - IV) Verificar o estado dos retentores de óleo.
    - V) Aplicar o plano de lubrificação.
    - VI) Inspeção das condições gerais.
    - VII) Limpar, se necessário.
- 40. Execução de Trabalhos de Soldadura;
- 50. Ajustes mecânicos (Mecânico);
- 60. Ajustes mecânicos (Torno);
- 70. Apoio ao plano de manutenção (instrumentos);
- 80. Execução do plano de lubrificação.

Através da plataforma MAXIMO, ao imprimir o PT-13-3GPE-A006, obtém-se o seguinte relatório:

## PLANTRAB - Plano de Trabalho



Plano de Trabalho		Descrição				
PT-13-3GPE-A006		Plano de manutenção ANUAL dos Electrofiltros				
Responsável de Planeamento		Responsável de Execução		Duração (hh:mm)	Prioridade	Interrompível?
				00:00	1	Não
Operações do Plano de Trabalho						
Op.	Descrição	Duração (hh:mm)				
10	Consignação do equipamento	00:00				
20	Desligar gaveta / ligar Loo -	00:00				
30	Executar plano de manutenção Plano de Manutenção Eletrófilos	00:00				
1-Inspecionar possíveis danos estruturais.						
2-Inspecionar possíveis pontos de corrosão e proceder à reparação.						
3-Inspecionar possíveis pontos de corrosão nos acionamentos dos martelos.						
4-Inspecionar o funcionamento dos veios dos martelos						
5-Verificar o funcionamento dos transportadores coletores						
6-Apertar parafusos soltos.						
7-Inspecção das condições gerais.						
8-Verificar a de acumulação de poeiras, se exagerada proceder à limpeza.						
Redutor						
1-Verificar ruído invulgar ou vibração.						
2-Inspecionar encaixes, rasgos de chavetas e parafusos fixadores						
3-Verificar o nível de óleo						
4-Verificar o estado dos retentores de óleo						
5-Verificar se existem fugas de óleo.						
6-Aplicar o plano de lubrificação.						
7-Inspecção as condições gerais.						
8-Limpar, se necessário.						
40	Execução de Trab. de Soldadura	00:00				
50	Ajustes mecânicos (Mecânico)	00:00				
60	Ajustes mecânicos (Tomo)	00:00				
70	Apoio ao plano de manutenção (instrumentos)	00:00				
80	Execução do plano de lubrificação	00:00				
Mão de Obra						
Op.	Especialidade	Nº Pessoas	Horas	Taxa Hora	Custo Linha	
10	P02 Produção Consignações	1	00:00	0,00	0,00	
20	E08 TCP	1	00:00	0,00	0,00	
30	M01 Serralheiro Mecânico	1	00:00	17,58	0,00	
40	M02 Serralheiro Mecânico - MOE	1	00:00	0,00	0,00	
40	M06 Soldador	1	00:00	17,85	0,00	
50	M09 Tomeiro	1	00:00	0,00	0,00	
60	IO1 Instrumentista	1	00:00	18,70	0,00	
80	M06 Soldador	1	00:00	17,85	0,00	
Materiais						
Op.	Artigo	Quantidade	Custo Unit.	Custo Linha		

Figura 29- Plano de trabalho dos Electrofiltros e especialidades.

Todos os planos de trabalho são elaborados e implementados mediante a área à qual pertencem, com o respetivo plano e imagem explicativa dos locais a inspecionar.

A realização destes planos de trabalho obedece a determinadas regras que são impostas pelo SMPM, setor responsável na elaboração destes para uma uniformização da informação.

Como se verifica, nos planos de trabalho supra apresentados, estes têm uma denominação do tipo PT-13-3GTO-A001 para as Torres de Arrefecimento e Refrigeração, e PT-13-3GPE-A006 no caso dos Electrofiltros, apresentando a seguinte denominação:

- I) O ponto PT-“ 1\*-2\*-3\*” identifica quem irá realizar o percurso, neste caso específico PT-13, será uma OE decorrente de planos de manutenção repetitivos feitos periodicamente.

Já para outros tipos de PT- “1\*“, são os seguintes intervenientes a realizar o percurso:

- PT-11 – Lubrificação;
- PT-12 – Inspeções para TCP, Técnico Controlo e Potência que é executado por serralheiros da instrumentação;
- PT-14 – Produção - executados por um serralheiro de turno;
- PT-15 – Produção – efetuado por operadores da Sala de Controlo.

- I) No seguinte ponto “2\*” é feita uma divisão por quatro espaços, os dois primeiros determinam a classificação do equipamento, que neste caso será “3G” relativamente a um Equipamento Mecânico, e os dois seguintes à identificação do equipamento em questão, que neste caso serão “3GTO” – Torres de Arrefecimento e Refrigeração e “3GPE” – Electrofiltros.

- II) E por último no “3\*”, no caso específico destes dois planos de trabalho é sequencial, dado que podem existir vários planos de trabalho, mas como temos \*A001\* determina que é um plano de trabalho anual.

Ainda relativamente aos planos de trabalho, mesmo existindo equipamentos com funções muito semelhantes é necessário que seja feita a distinção dos mesmos e a elaboração dos respetivos planos de trabalho, seguindo assim um valor da empresa que é a uniformização de toda a informação existente, tornando assim a consulta menos morosa, mais precisa e objetiva.



## **5.5 Percurso Inspeção/Ação**

O Percurso Inspeção/Ação (I/A) é um percurso a realizar pelo operador da Celbi S.A., que não sendo especializado em qualquer tipo de manutenção específica, mas com todo o conhecimento que tem sobre a funcionalidade dos equipamentos, consegue ter a perceção se estes estão a cumprir a sua função, e realizar prognósticos do seu estado de funcionamento, efetuando inspeções adequadas.

Com estas inspeções os operadores, além de verificarem se o funcionamento é o mais correto, devem ter a iniciativa de reportarem situações que considerem que deva merecer alguma atenção, mesmo não tendo a certeza da sua gravidade. Após a formalização da situação com o setor correspondente, este irá verificar o estado do equipamento recorrendo a ajuda externa se assim necessário.

Caso seja necessário uma ação corretiva, esta será executada lançando de imediato uma RT, que consequentemente resulta numa OE relativa ao trabalho executado, e que ficará no histórico do equipamento.

Se eventualmente a situação não influenciar significativamente o rendimento do equipamento, e não existir necessidade de uma ação corretiva, vai-lhe ser atribuída uma prioridade, e é gerada uma RT e uma OE a ser executada num prazo estipulado.

Centrando o pilar da manutenção autónoma diretamente sobre o operador, este tem a responsabilidade de verificar possíveis indícios de falha em todos os equipamentos da sua área funcional, ao invés de ser responsável apenas por um equipamento, como o pilar assim refere.

O objetivo das inspeções não é que o operador resolva os problemas que são detetados, mas sim que comunique a necessidade de uma intervenção num determinado equipamento, proporcionando uma maximização da eficiência global dos equipamentos, melhorando o OEE, eliminando falhas, defeitos e desperdícios.

### **5.5.1 Aptidões para a Inspeção**

Este tipo de inspeção recorre sobretudo a funções sensoriais do operador. Trata-se de uma inspeção em que o operador recorre aos sentidos, visão, audição, olfato e tato, para executar as inspeções aos equipamentos.

O operador tem formação adequada consoante o pilar “formação e treino” para saber quais os perigos associados a cada equipamento e área que o mesmo esta integrado. Deste modo, este sabe como deve proceder corretamente a inspeção.

Relativamente ao tato, o operador pode verificar se a temperatura de um motor elétrico é aceitável ou se, no seu entender, considera que a temperatura está demasiado elevada, deve registar este indício na folha do plano de inspeção do equipamento. Além dos motores elétricos é também habitual verificar a temperatura das caixas redutoras, em bombas, entre outros.

O olfato auxilia também a execução da inspeção, dado que, a indústria da Celulose é uma indústria com cheiros característicos e intensos, e como tal existem situações em que é difícil ter determinadas perceções através do olfato, no entanto, o operador deverá distinguir o cheiro do processo produtivo da área, de um cheiro que possa associar a um mau funcionamento de um equipamento.

No que respeita a audição, o operador deve ter a capacidade de reconhecer o barulho processual dos equipamentos, pois só desta forma, nas inspeções, este consegue distinguir os barulhos “adicionais” do barulho normal de funcionamento. Este recurso é frequentemente utilizado no suporte de rolamentos das bombas, nos motores elétricos, no funcionamento de sem-fins, nos transportadores, entre outros.

Já a visão, cujo papel é também preponderante nas inspeções, está focada na análise do estado de conservação dos equipamentos, na identificação de fugas de óleos de caixas redutoras, fugas de fluidos nas bombas, entre outras.

Recorrendo ao *software* MAXIMO, no separador Rotas/Percursos, podemos aceder a todos os percursos existentes na Celbi S.A. como mostra a próxima figura.

Rota	Descrição
<u>MEC 284</u>	RECEPÇÃO/ARMAZENAGEM/TRANSPORTE DE BIOMASSA ( NÃO USAR )
<u>MEC 285</u>	CALDEIRA BIOMASSA HYBEX ( NÃO USAR )
<u>MEC 294</u>	TG4 - TURBINA ( NÃO USAR )
<u>MEC 295</u>	TG5 - TURBINA ( NÃO USAR )
<u>MEC 463</u>	CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO - RECOX ( NÃO USAR )
<u>MEC 471</u>	CAUSTIFICAÇÃO ( NÃO USAR )
<u>MEC 482</u>	FORNO CAL - NOVO ( NÃO USAR )
<u>MEC 852</u>	Percorso 852/812 r. chão maquina pasta ( NÃO USAR )
<u>MEC-452</u>	Evaporação 452 ( NÃO USAR )
<u>P11-1-121</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 121
<u>P11-1-131</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 131
<u>P11-1-132</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 132
<u>P11-1-141</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 141
<u>P11-1-211</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 211
<u>P11-1-231</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 231
<u>P11-1-261</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 261
<u>P11-1-271</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 271
<u>P11-1-281</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 281
<u>P11-1-282</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 282
<u>P11-1-291</u>	PERCURSO DE LUBRIFICAÇÃO DA ÁREA 291

☐ Selecionar Registros

**Figura 30- Rotas e percursos.**

### 5.5.2 Percurso

Para que os planos de inspeção sejam executados é necessário criar estratégias de suporte à inspeção. A elaboração de percursos é um dos suportes existentes, através destes é necessário definir uma rota para o operador ao longo da inspeção, para que este saiba o caminho a percorrer para uma correta inspeção dos planos nos equipamentos.

A melhoria/atualização dos percursos tem como suporte:

- I) Bom senso;
- II) Execução deste no menor tempo possível;
- III) Não repetição de trajetos;
- IV) Seguindo uma rota pela proximidade dos equipamentos.

De modo a traçar percursos e escolher o que mais vantagens traz à sua execução, é necessário fazer um levantamento prévio da área a ser estudada, tendo em conta que o tempo é um ponto bastante importante.

Estes percursos sofreram uma melhoria/atualização devido ao projeto C15, onde se focou principalmente na melhoria de duas áreas.

A área com maior destaque é o 412 – Digestor, que sofreu bastantes melhorias com o intuito de aumentar a produção. Exemplo dessas melhorias é o percurso 412 –Crivo de Aparas, com a rota número P15-13-412, que está devidamente referenciado no apêndice A.

Além dos aspetos já mencionados, a criticidade, é também uma característica a ter em conta na elaboração do percurso. A deslocação do Operador da Sala de Controlo, onde opera a sua área, será importante para que o mesmo não perca tempo a deslocar-se para um extremo oposto à saída da sala de controlo.

**Tabela 2- Lista de percursos Inspeção/Ação.**

<b>Lista Percursos Inspeção Ação</b>	<b>Rota Número:</b>
<b>412 - Digestor</b>	P15-11-412
<b>412 - Crivo de Aparas</b>	P15-13-412
<b>412 - Pré-Evaporação</b>	P15-12-412
<b>812 - Geral Depuração de Pasta</b>	P15-3-852 / P15-4-852
<b>852 - Máquina de Secagem</b>	P15-5-852

A elaboração dos percursos no *software* MAXIMO para cada localização, na lista dos planos de trabalho, terá um múltiplo de 10, para que caso seja necessário atualizar se torne mais fácil inserir mais localizações.

**PERCURSO INSPECÇÃO/ACÇÃO DM**  
**P15-13-412 - Percorso Inspeção/Ação 412 Crivo de Aparas Após C15**



Sep.	Localização	Descrição	Plano de Trabalho	Descrição							
1000	412 - 40213	Transportador de lixo após sem-fim S/Sul	PT-15-30/TA-0057	TRANSPORTADOR (CORREIAS)							
Op.	Descrição	Obs/Anomalias		4	3	2	1	PP	PA	O.Execução	
10	RUIDOS/VIBRAÇ/TEMP EXCES NMOTOR E REDUTOR										
20	FUGAS E NÍVEL DE ÓLEO NO REDUTOR										
30	ESTADO E ALINHAMENTO DA TELA TRANSPORTADORA										
40	COLOCAÇÃO DAS BUNDAGENS DE PROTECÇÃO										
50	ESTADO E TENSÃO DAS CORREIAS DE TRANSMISSÃO										
60	FUNCIÓNAMENTO DOS DIÁFROS DIAPHO SUPERIORES/INFERIORES										
70	FUNCIÓNAMENTO DO SISTEMA DE LIMPEZA										
80	FUNCIÓNAMENTO DAS CHUMACERAS DAS FOLHAS (RÓLOS)										
90	CONDIÇÃO DA LIMPEZA NO LOCAL AGIR EM CONFORMIDADE										

Sep.	Localização	Descrição	Plano de Trabalho	Descrição							
1010	412 - 40213	Accionamento do sem-fim S/Sul do sito de aparas	PT-15-30/SF-0013	SEM-FIM							
Op.	Descrição	Obs/Anomalias		4	3	2	1	PP	PA	O.Execução	
10	RUIDOS/VIBRAÇ/TEMP EXCES NMOTOR REDUT D/SEM-FIM										
20	RUIDOS/VIBRAÇ/TEMP EXCES NMOTOR REDUT D/TRANSLA										
30	FUGAS E NÍVEL DE ÓLEO D/AMBOS OS REDUTORES										
40	ESTADO E DESGASTE DA CORRENTE DO SEM-FIM										
50	NÍVEL DE ÓLEO DA CORRENTE DO SEM-FIM										
60	ESTADO E DESGASTE DA CORRENTE DE TRANSLAÇÃO										
70	ESTADO DAS RODAS DE APOIO E DE SUSPENSÃO										
80	ESTADO TENSÃO DAS CORREIAS DE TRANSMISSÃO										
90	FUNCIÓNAMENTO DOS CABOS FESTOON										
100	RUIDOS NAS ENGRENAGENS DE TRANSLAÇÃO E APOIO										
110	ESTADO E CONDIÇÃO D/INSTRUMENTOS D/COMANDO/CONTROL										
120	ESTADO DA LIMPEZA NO LOCAL AGIR EM CONFORMIDADE										

Sep.	Localização	Descrição	Plano de Trabalho	Descrição							
1020	412 - 40214	Deslocamento longitudinal sem-fim aparas S/Sul	PT-15-30/SF-0013	SEM-FIM							
Op.	Descrição	Obs/Anomalias		4	3	2	1	PP	PA	O.Execução	
10	RUIDOS/VIBRAÇ/TEMP EXCES NMOTOR REDUT D/SEM-FIM										
20	RUIDOS/VIBRAÇ/TEMP EXCES NMOTOR REDUT D/TRANSLA										

PERINAC - Percorso Inspeção/Ação 2015-05-25 15:44 Página: 1 / 14 Responsável Manutenção: \_\_\_\_\_

**Figura 31- Exemplo da sequência de um percurso.**

A conceção dos percursos segue os mesmos pressupostos da conceção de planos de trabalho, P(1)\*-(2\*)-(3\*).

**PERCURSO INSPECÇÃO/ACÇÃO DM**  
**P15-13-412 - Percorso Inspeção/Ação 412 Crivo de Aparas Após C15**



30	FUGAS E NÍVEL DE ÓLEO D/AMBOS OS REDUTORES										
40	ESTADO E DESGASTE DA CORRENTE DO SEM-FIM										
50	NÍVEL DE ÓLEO DA CORRENTE DO SEM-FIM										
60	ESTADO E DESGASTE DA CORRENTE DE TRANSLAÇÃO										
70	ESTADO DAS RODAS DE APOIO E DE SUSPENSÃO										
80	ESTADO TENSÃO DAS CORREIAS DE TRANSMISSÃO										
90	FUNCIÓNAMENTO DOS CABOS FESTOON										
100	RUIDOS NAS ENGRENAGENS DE TRANSLAÇÃO E APOIO										
110	ESTADO E CONDIÇÃO D/INSTRUMENTOS D/COMANDO/CONTROL										
120	ESTADO DA LIMPEZA NO LOCAL AGIR EM CONFORMIDADE										

Sep.	Localização	Descrição	Plano de Trabalho	Descrição							
1030	412 - 40212	Deslocamento longitudinal sem-fim aparas Norte	PT-15-30/SF-0013	SEM-FIM							
Op.	Descrição	Obs/Anomalias		4	3	2	1	PP	PA	O.Execução	
10	RUIDOS/VIBRAÇ/TEMP EXCES NMOTOR REDUT D/SEM-FIM										
20	RUIDOS/VIBRAÇ/TEMP EXCES NMOTOR REDUT D/TRANSLA										
30	FUGAS E NÍVEL DE ÓLEO D/AMBOS OS REDUTORES										

**Figura 32- Exemplo da designação de um percurso.**

O ponto “1\*” segue a base da conceção dos planos de trabalho, o ponto “2\*” é também sequencial, pois pode existir mais do que um percurso para determinada área, e o ponto “3\*” destina-se à área em questão.

A lista de percurso contém os planos de trabalhos referentes às inspeções a executar pelo operador, para cada equipamento, como se verifica na seguinte imagem.

**PERCURSO INSPECÇÃO/AÇÃO DM**

**P15-13-412 - Percorso Inspeção/Ação 412 Crivo de Aparas Após C15**



Seq.	Localização	Descrição	Plano de Trabalho	Descrição						
1000	412- -0215	Transportador de tela após sem-fim i/Sul	PT-15-3GTR-0057	TRANSPORTADOR (CORREIAS)						
Op.	Descrição	Obs/Anomalias	4	3	2	1	PP	PA	O.Execução	
10	RUIDOS/VIBRAÇÕES/TEMP. N° MOTOR E REDUTOR									
20	FUGAS E NÍVEL DE ÓLEO NO REDUTOR									
30	ESTADO E ALINHAMENTO DA TELA TRANSPORTADORA									
40	COLOCAÇÃO DAS BLINDAGENS DE PROTECÇÃO									
50	ESTADO E TENSÃO DAS CORREIAS DE TRANSMISSÃO									
60	FUNCIONAMENTO DI ROLOS DIAPOLO SUPERIORES/INFERIORE									
70	FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE LIMPEZA									
80	FUNCIONAMENTO DAS CHUMACERAS DAS POLIAS (ROLOS)									
90	CONDIÇÃO DA LIMPEZA NO LOCAL AGIR EM CONFORMIDADE									

Seq.	Localização	Descrição	Plano de Trabalho	Descrição						
1010	412- -0213	Accionamento do sem-fim Sul do silo de aparas	PT-15-3GSF-0013	SEM-FIM						
Op.	Descrição	Obs/Anomalias	4	3	2	1	PP	PA	O.Execução	
10	RUIDOS/VIBRAÇ./TEMP EXCES N° MOTOR REDUT D/SEM-FIM									
20	RUIDOS/VIBRAÇ./TEMP EXCES N° MOTOR REDUT D/TRANSLA									
30	FUGAS E NÍVEL DE ÓLEO DI AMBOS OS REDUTORES									
40	ESTADO E DESGASTE DA CORRENTE DO SEM-FIM									
50	NÍVEL DE ÓLEO DA CORRENTE DO SEM-FIM									
60	ESTADO E DESGASTE DA CORRENTE DE TRANSLAÇÃO									
70	ESTADO DAS RODAS DE APOIO E DE SUSPENSÃO									
80	ESTADO TENSÃO DAS CORREIAS DE TRANSMISSÃO									
90	FUNCIONAMENTO DOS CABOS FESTOON									
100	RUIDOS NAS ENGRENAGENS DE TRANSLAÇÃO E APOIO									
110	ESTADO E CONDIÇÃO DI INSTRUMENTOS DI COMANDO/CONTROL									
120	ESTADO DA LIMPEZA NO LOCAL AGIR EM CONFORMIDADE									

Seq.	Localização	Descrição	Plano de Trabalho	Descrição						
1020	412- -0214	Deslocamento longitudinal sem-fim aparas Sul	PT-15-3GSF-0013	SEM-FIM						
Op.	Descrição	Obs/Anomalias	4	3	2	1	PP	PA	O.Execução	
10	RUIDOS/VIBRAÇ./TEMP EXCES N° MOTOR REDUT D/SEM-FIM									
20	RUIDOS/VIBRAÇ./TEMP EXCES N° MOTOR REDUT D/TRANSLA									

PERINAC - Percorso Inspeção/Ação	2015-05-25 15:44	Página:	1 / 14	Responsável Manutenção:	
----------------------------------	------------------	---------	--------	-------------------------	--

**Figura 33- Tarefas a executar e campos a preencher pelo operador.**

São várias as informações que auxiliam o Operador, no quadro azul, por exemplo, está cada localização, contendo ainda toda a informação necessária para executar a inspeção, desde a descrição da localização, até ao plano de trabalho a executar. No quadro laranja surge a descrição do plano de trabalho.

Além de executar as operações estipuladas pelo plano de trabalho, os Operadores têm que reportar anomalias se assim existirem, e que não constem no plano de trabalho. Se essa anomalia for recorrente, esta passa a integrar no plano de inspeção.

No quadro verde pode verificar-se uma numeração que corresponde aos tipos de OE:

- 1- Urgente;
- 2- Iniciar dentro de 24 horas;
- 3- Iniciar dentro de 1 semana;
- 4- Iniciar dentro de 1 mês;
- PP - Próxima Paragem;
- PA - Paragem Anual;

Com esta numeração o operador atribui um tipo de criticidade às anomalias que encontrou nos equipamentos inspecionados. Após a inspeção ser concluída, o operador chefe tem a responsabilidade final de fazer a verificação geral das folhas de inspeção e reportar as anomalias, tomando a decisão de realizar uma ação corretiva ou uma ação programada. Ao optar por esta última, o operador chefe, deve reportar ao setor responsável, para que se proceda a uma averiguação mais detalhada do problema encontrado.

## **6 Conclusões, Discussão e Trabalhos Futuros**

Este projeto teve como objetivo efetuar uma estratégia de manutenção para uma instalação nova, utilizando os procedimentos atuais na empresa Celbi S.A..

O procedimento correto começa por efetuar planos de trabalho, planos de manutenção e percursos Inspeção/Ação, assegurando o bom funcionamento dos novos equipamentos e instalação a que pertence, de forma a evitar a perda de rendimento.

Relativamente aos planos de trabalho, foram elaborados de uma forma detalhada de modo a que o operador saiba todos os pontos a verificar em cada equipamento, minimizando assim possíveis falhas.

Ao nível dos planos de manutenção utilizaram-se os procedimentos atuais presentes na empresa Celbi S.A., implementando dados fornecidos pelo manual do fabricante e algumas melhorias, fruto do conhecimento dos técnicos de manutenção, de forma a complementar positivamente o processo.

Os planos de manutenção preventiva, que visam evitar avarias, foram implementados, tendo sido apresentados ao chefe responsável pela manutenção para aprovação.

A constante utilização do TPM nos percursos Inspeção/Ação possibilita o diagnóstico preliminar dos equipamentos. A elaboração desses percursos visam as aptidões dos operadores, para que estes tenham a consciência que a sua primeira intervenção é muito importante e que por vezes uma rápida análise de um problema é indicador para uma manutenção condicionada.

Na elaboração dos vários percursos, a sequência utilizada e o sentido definido do percurso é importante para que qualquer operador saiba, com uma pequena margem de erro, onde os equipamentos se encontram, reduzindo assim os tempos de procura dos mesmos.

Os benefícios dos percursos Inspeção/Ação numa instalação levam a uma diminuição de paragens imprevistas, e à redução de custos associados a ações decorrentes. O acompanhamento da vida do equipamento fica registado dando origem a um historial das OE, conseguindo-se assim analisar quais tem tendência a falhar e determinando um maior acompanhamento e melhoria do mesmo.

Uma das dificuldades sentidas, ao longo do período de estágio, foi a necessidade de melhorar os conhecimentos a nível mecânico, para uma melhor compreensão dos manuais dos



equipamentos e uma percepção do seu funcionamento na instalação. Com a evolução do estágio, e a elaboração de diversos trabalhos, em diversas zonas da empresa, esse conhecimento adquirido foi indispensável para determinar os planos de trabalho.

Após a conclusão do estágio todos os planos de trabalho foram implementados, mas no caso dos percursos Inspeção/Ação não houve uma conclusão nos P15-11-412 Digestor e P15-11-412 Pré-Evaporação, por estarem em falta localizações no *software* MAXIMO à responsabilidade do setor SMEAS. Toda a informação sobre essas localizações, a sequência e localização associada, foi partilhada com o chefe responsável da manutenção para posterior conclusão.

Além do trabalho proposto, todos os trabalhos realizados a nível de preparação e planeamento, foram deveras interessantes e importantes para a conclusão deste projeto.

Os principais objetivos do trabalho foram atingidos, implementando a estratégia de manutenção nos equipamentos novos, que englobam todos os planos e percursos.

Para trabalho futuro sugere-se a verificação das áreas não abordadas no presente trabalho, sabendo que a Celbi S.A é uma empresa em constante evolução, com constantes melhoramentos, a necessidade de manter todas as suas áreas atualizadas e controladas é muito importante.

## Referências Bibliográficas

- [www.celbi.pt](http://www.celbi.pt) – Celbi S.A.
- [www.isq.pt](http://www.isq.pt) – Instituto de Soldadura e Qualidade.
- Seiichi Nakajima (1989) – Introdução ao TPM.
- EN 13306 (2010) – Terminologia da Manutenção .
- Cabral (2009) – Gestão da Manutenção de Equipamentos e Instalações e Edifícios.
- Kobbacy e Murthy (2008) – Complex Systems Maintenance Handbook.
- Simões, J. M, Gomes, C. F. &Yasin, M. M. .(2011) – A literature review of maintenance performance measurement.
- Márquez, A. C. (2007) – The Maintenance Management Framework: models and methods.
- Dhilon, B. S. (2006) – Maintainability, maintenance abd reliability for engineers.
- François Monchy (1989) – A Função Manutenção.
- Farinha (2011) – Manutenção A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão.

## **Anexo A – Relatório completo gerado após aprovação da Ordem de Execução com o número 31069075**

Relatório Ordem de Execução número 31069075, 2015.

Disponível para consulta na versão digital desta dissertação.

## **Anexo B – Manual Torre de Arrefecimento TMW**

Manual Torre de Arrefecimento série TMW, Uniclimate.

Disponível para consulta na versão digital desta dissertação.

## **Apêndice A – Percurso Inspeção/Ação 412 - Crivo de Aparas**

Percurso Inspeção/Ação 412 – Crivo de Aparas, Junho de 2015.

Disponível para consulta na versão digital desta dissertação.

